DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

PPPPTK BMTI

GAMBAR KONSTRUKSI BANGUNAN

SEMESTER 4

KEMENTERIAN PENDIDIKAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

REPUBLIK INDONESIA

PUSAT PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN

PENDIDIKDAN TENAGA KEPENDIDIKAN

BIDANG MESIN DAN TEKNIK INDUSTRI

2013

KATA PENGANTAR

Salah satu upaya yang dapat langsung dimanfaatkan di Sekolah Menengah Kejuruan adalah adanya bahan pelajaran sebagai pegangan, pembuka pikiran ataupun bekal dalam mempelajari sesuatu yang dapat berguna bila terjun ke dunia industri sesuai dengan keahliannya. Dengan strategi ini diharapkan bertambah minat baca bagi kalangan pelajar sehingga wawasannya menjadi berkembang.

Dengan adanya dorongan dari masyarakat dan pemerintah yang ikut berperan aktif dalam pengembangan pendidikan, diharapkan dapat diwujudkan secara terus-menerus. Buku Gambar Konstruksi Bangunan Semester 4 ini, merupakan salah satu pengetahuan bagaimana menggambar secara baik dan benar sesuai dengan kaidah konstruksi bangunan. Di samping itu kebenaran konstruksi dalam gambar teknik akan banyak membantu dalam menentukan kualitas bangunan.

Dalam buku ini dibahas tentang bagaimana menggambar suatu konstruksi bangunan sesuai kaidah perencanaan standar perencanaan bangunan yang berlaku saat ini.Kiranya apa yang dituangkan dalam buku ini sudah berpedoman pada standar kompetensi dan kompetensi dasar dan apabila ada suatu yang kurang berkenan baik isi maupun kalimat, mohon saran untuk perbaikan berikutnya.

Terima Kasih

, Desember 2013

Penyusun,

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

BAB 6 MENGGAMBAR KONSTRUKSI TANGGA

A.MACAM – MACAM TANGGA

1. Tangga Lurus Model I

Tangga ini sering juga disebut atau dikenal dengan nama One Wall Stair. Tangga ini menerus dari bawah ke atas tanpa adanya belokan. Tapi terkadang ada juga yang berisi bordes atau tempat istirahat sementara.Tangga jenis ini sangat banyak memerlukan lahan dan cocok untuk rumah yang luas. Selain itu bagian yang berada dibawah tangga bisa dimanfaatkan menjadi ruangan tertentu.

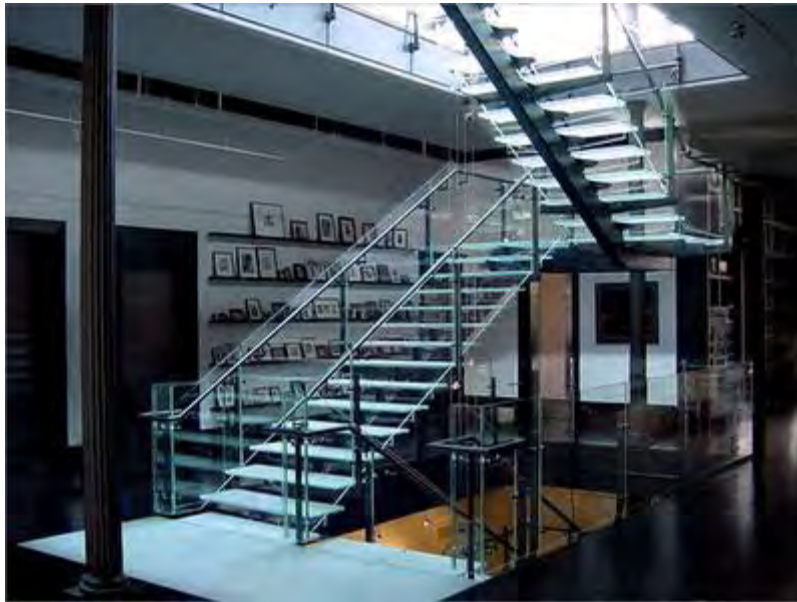
Gambar 6. 1 Tangga lurus 1

2. Tangga Berbelok Arah - Model L

Disebut dengan Tangga Model L karena tangga ini berbentuk seperti huruf L yang pada bagian tertentu berbelok arah.Tangga Jenis ini banyak digunakan pada hunian minmalis modern karena hemat tempat dan pas.

Gambar 6. 2 Tangga Berbelok arah model L

3. Tangga Berbalik Arah - Model U

Tangga paling umum digunakan oleh masyarakat kita. Hampir sama dengan tangga model L, hanya saja tangga model ini pada ketinggian tertentu tidak hanya berbelok arah tapi berbalik arah dari arah datang. Tidak terlalu membutuhkan ruang seluas tangga model I ataupun U. Sangat umum digunakan di unit-unit perumahan yang rata-rata tidak terlalu luas. Ruang bawah tangga lebih luas dibandingkan dengan model I dan L, bahkan bisa digunakan untuk kamar mandi atau gudang.

Gambar 6. 3Tangga Berbalik Arah - Model U

4. Tangga Bercabang - Model Y

Adalah tangga yang bercabang. Bentuknya mirip huruf 'Y' dengan bordes sebagai pusat tangga. Biasanya pada rumah-rumah besar. Tangga jenis ini memakan ruang yang cukup luas bahkan sangat luas untuk menampilkan kesan megah dan mewah. Alurnya, naik dari bawah kemudian pada area peralihan atau bordes, arah tangga berikutnya akan bercabang ke kiri dan kekanan. Biasanya dari lantai 1 ke lantai 2. Jarang ada yang menggunakan untuk step tangga berikutnya karena tangga bentuk ini fungsi estetisnya lebih ditonjolkan. Selain dirumahrumah mewah biasanya dibangun di gedung-gedung penting.

Gambar 6. 4 Tangga Bercabang - Model Y

5. Tangga Putar - Model Spiral

Tak memiliki lahan yang luas untuk menempatkan tangga? Gunakan tangga putar. Tangga putar ini kadang ada yang menyebutnya tangga spiral.Tangga ini adalah tangga yang paling hemat tempat. Biasanya hanya membutuhkan area tidak lebih dari 1,5mx1,5m. Sering digunakan sebagai tangga menuju loteng atau tempat jemuran. Penempatannya kadang-kadang di luar ruangan. Bahan material pembuat tangga ini biasanya dari besi karena relatif mudah untuk dibuat melengkung atau spiral. Lebar rata-rata anak tangga horizontal adalah 60 cm. sedang tinggi injakan anak tangga biasanya lebih tinggi dari tangga lain yaitu rata-rata 25 cm. Hanya untuk dilewati satu orang. Tangga ini lebih menekankan fungsi dari pada keindahan meskipun ada juga yang membuatnya tampil menarik.

Gambar 6. 5Tangga Putar - Model Spiral

6. Tangga Melingkar

Bisa jadi inilah tangga yang paling mewah, karena bentuknya yang sangat artistik karena melengkung dimana lengkungannya menciptakan keindahan ruang. Biasanya digunakan pada rumah yang luas dan memiliki atap yang tinggi. Jika memilih mempunyai tangga melingkar, sebaiknya jangan gunakan ruang bawah tangga untuk fungsi apapun karena bisa mengurangi tampilan tangga. Lebih cocok untuk model rumah type klasik, meskipun tidak menutup kemungkinan untuk yang diterapkan pada rumah minimalis.

Gambar 6. 6Tangga Melingkar

B. DASAR PERHITUNGAN TANGGA

Pada bangunan lebih dari satu lantai (bertingkat), keberadaan tangga menjadi sebuah komponen penting dan paling sering/biasa digunakan sebagai alat Bantu transportasi vertikal. Dalam bangunan (rumah tinggal) posisi/letak tangga haruslah diusahakan pada daerah yang mudah dijangkau dari segala ruangan. Dianjurkan dalam satu bangunan terdapat minimal dua buah tangga untuk mengantisipasi keadaan darurat (kebakaran).

Tangga dapat terbuat dari pasangan batu, kayu, besi, baja dan beton. Selanjutnya dalam materi ini hanya akan dibahas konstruksi tangga dari bahan kayu.

Adapun sebuah tangga harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

Lebar Tangga

Lebar tangga yang biasa digunakan (dan diijinkan) dalam bangunan rumah tinggal adalah minimal 80 cm (tangga utama, bukan tangga service). Sedangkan untuk tangga service minimal lebarnya 60cm.

Tangga dalam bangunan rumah tinggal tidak diharuskan memiliki bordes (space datar pada ketinggian tertentu untuk beristirahat), karena biasanya hanya terdiri dari 2 atau 3 lantai saja. Apabila terdapat bordes, maka lebarnya biasanya minimal adalah sama lebar dengan lebar tangga. Dalam satu tangga dimungkinkan untuk terdapat lebih dari satu bordes (lihat bagian pembahasan bordes).

Lebar tangga minimal untuk 1 orang adalah 60 cm. Maka untuk desain tangga:

Untuk 1 orang = 60 cm

Untuk 2 orang 2 x 60 = 120 cm

Untuk 3 orang 3 x 60 = 180 cm

Gambar 6. 7 Ukuran lebar tangga

Lebar tangga tersebut adalah lebar tangga bersih. Tidak termasuk railling dan atau batas dinding.

Perhitungan kebutuhan tangga untuk bangunan umum dihitung 60cm lebar tangga untuk tiap 100 orang. Misalnya bangunan teater dengan kapasitas 1.000 orang membutuhkan lebar tangga 1.000/100 x 60cm = 6m. Untuk itu dapat dipakai 1 tangga denga lebar 6m atau dua buah tangga dengan lebar masing-masing 3m.

Namun demikian apabila masih dimungkinkan sebaiknya menggunakan lebar minimal 1.20 cm, yang merupakan lebar tangga standart keamanan/keadaan darurat (emergency stairs).

Kemiringan Tangga

Pada dasarnya kemiringan tangga dibuat tidak terlalu curam agar memudahkan orang naik tanpa mengeluarkan banyak energi, tetapi juga tidak terlalu landai sehingga tidak akan menjemukan dan memerlukan banyak tempat karena akan terlalu panjang.

Kemiringan tangga yang wajar dan biasa digunakan adalah berkisar antara **25^o - 42^o**. untuk bangunan **ruah tinggal** biasa digunakan kemiringan **38^o**.

Lebar dan Tinggi Anak Tangga

Satu langkah manusia arah datar adalah 60 - 65 cm, sedangkan untuk melangkah naik perlu tenaga 2 kali lebih besar daripada melangkah datar. Oleh karena itu, perbandingan yang baik adalah

(L + 2T) = 60 s/d 65 cm

L = lebar anak tangga (lebar injakan = aantrede)

T = tinggi anak tangga (tinggi tanjakan = optrade)

Biasanya,

T berkisar antara 14 – 20 cm agar masih terasa mudah di daki

L berkisar antara 22,5 – 30 cm agar tapak sepatu dapat berpijak dengan baik.

Jumlah Anak Tangga

Jumlah anak tangga dalam satu tangga diusahakan **tidak lebih dari 12 buah** apabila lebih dianjurkan untuk menggunakan bordes. Hal ini untuk mencapai kenyamanan pengguna terutama penyandang cacat dan orang tua.

Kalau keadaan memaksa, misalnya karena keterbatasan ruangan yang ada, maka dimungkinkan **jumlahnya maksimal 16** anak tangga, hal ini mengacu kondisi maksimal kemampuan (kelelahan) tubuh manusia.

Jumlah anak tangga = tinggi floor to floor – 1 cm

Untuk menghindari kecelakaan, apabila dimungkinkan sebaiknya anak tangga dibuat seragam ukurannya, baik tinggi ataupun lebarnya. Apabila tidak dimungkinkan, anak tangga yang berbeda ukurannya diletakkan pada bagian paling bawah (antisipasi keamanan).

Contoh Perhitungan Tangga

Misalkan tinggi lantai (floor to floor) = 320 cm

Ukuran Anak Tangga

Dicoba : t = 16 cm, I= 26 cm

Maka : 2 t + l = (2 x 16) + 26 = 58 < 60.

tangga terlalu landai, melelahkan.

Dicoba : t = 20 cm, l = 28 cm

Maka : 2 t + l =(2 x 20) + 28 = 68 > 65.

tangga terlalu curam, cepat lelah.

Dicoba : t = 18 cm, l = 28 cm

Maka : 2 t + l = (2 x 18) + 28 = 64 cm

boleh dipakai.

Jumlah Anak Tangga

Jumlah anak tangga = 320/18 – 1 = 16,78 buah

Maka jumlah yang dipakai:

Alternatif 1:

Jumlahnya dibulatkan ke atas (17 buah), selisihnya dibagi rata.

320/t – 1 = 17, maka t dibuat 17,8 cm

Alternatif 2:

Tinggi seluruh anak tangga dibuat sama, kecuali anak tangga terbawah dengan ukuran yang berbeda.

Karena jumlahnya lebih dari 12 anak tangga (17 anak tangga), maka anak tangga ke 9 dapat menjadi bordes.

Bordes

Bordes adalah bagian datar (anak tangga yang dilebarkan) pada ketinggian tertentu yang berfungsi untuk beristirahat. Bordes tangga dapat dibagi menjadi 3 model dengan aturan ukuran yang berbeda, yaitu: bordes tangga lurus, bordes tangga L dan bordes tangga U.

Sandaran Tangan

Sandaran tangan (Railling) tangga perlu dibuat untuk kenyamanan dan keselamatan pengguna tangga, terutama tangga bebas, yang tidak diapit oleh dinding. Tinggi yang biasa digunakan adalah antara 80 – 100 cm. Railing harus dibuat dari bahan yang halus/licin, sehingga nyaman dan tidak melukai tanggan. Railing biasanya bertumpu pada baluster (tiang penyangga).

Ruang Tangga dan Konstruksi Tangga

Ruang tangga adalah ukuran modul ruang yang dibutuhkan untuk perletakan tangga. Ruang tangga harus cukup cahaya dan ventilasi.

Ukuran ruang tangga ditentukan o!eh jumlah anak-tangga dan bentuk tangganya.

Sebagai contoh dari hasil hitungan di atas. dengan 3 macam bentuk tangga, dipakai untuk bangunan rumah tinggal. dengan lebar 100 cm, jumlah anak-tangga 17 buah dan dengan memakai bordes, maka ukuran ruang tangganya adalah:

— Tangga Siku :

Luas ruang tangga = (1 m × 2,24 m) + (1 m × 1 m) + (1 m × 2,24 m) = 5,48 m2

— Tangga Balik :

Luas ruang tangga = 2 m × 3,24 m = 6,48 m2.

Gambar 6. 8 Tangga

Konstruksi tangga dapat dibuat menjadi satu dengan rangka bangunan ataupun dibuat terpisah. Apabila dibuat menjadi satu, maka kerugiannya adalah apabila bangunan mengalami penurunan, sudut kemiringan tangga akan berubah.

Apabila strukturnya dibuat terpisah, maka hal tersebut tidak akan terjadi, namun membutuhkan ruang yang lebih besar. Terpisah keseluruhan, termasuk pondasi tersendiri dan ranga tidak bergabung dengan rangka bangunan, diberi sela ± 5 cm.

Lubang Tangga

Lubang tangga adalah lubang pada plat lantai atas dimana terdapat perletakan tangga. Lubang tangga harus sedemikan rupa sehingga tidak mengganggu kenyamanan pengguna tangga. Ukuran tinggi bebas (tinggi plat lantai/plafond/balok/lisplank sampai dengan anak tangga yang tepat dibawahnya) adalah berkisar 190-200 cm.

Ukuran panjang lubang tangga adalah:

P= Ptangga – nL

Ptangga = jumlah L + lebar bordes

P = Panjang lubang tangga

Ptangga = Panjang tangga

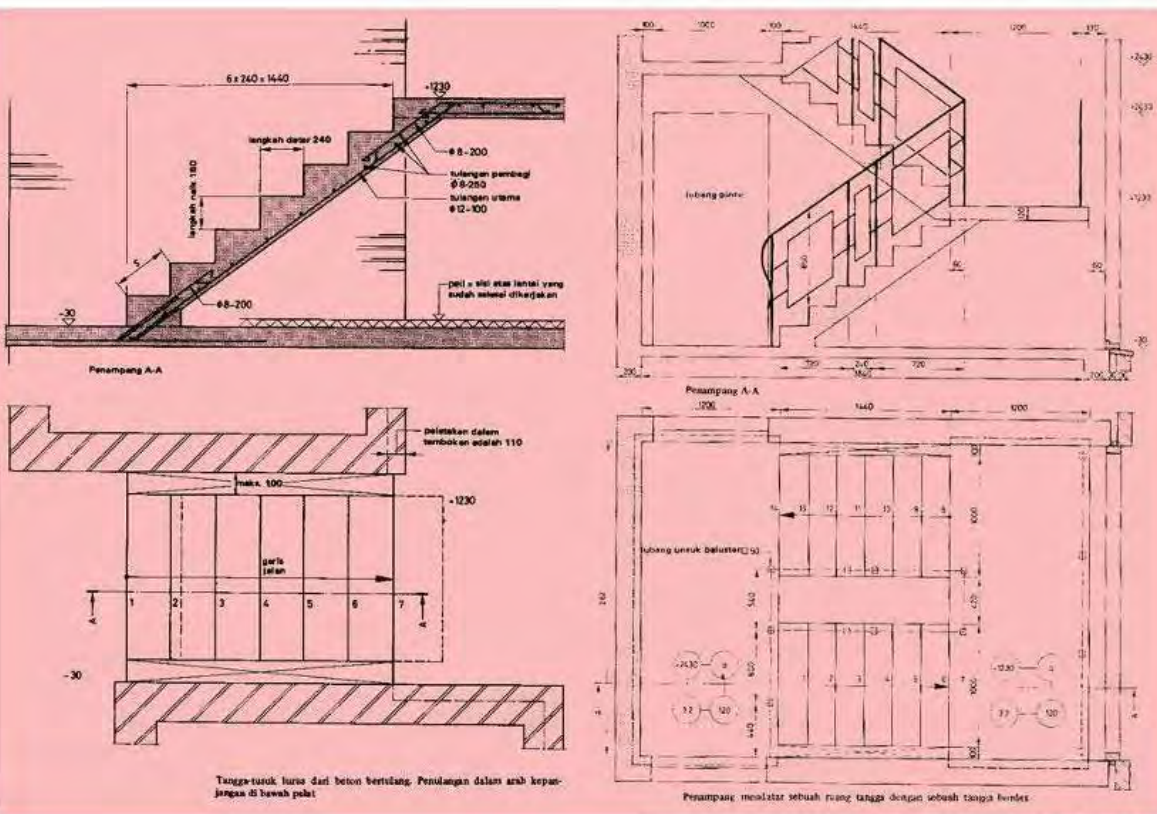
L = Lebar tangga

nL = Jumlah lebar tangga sampai dengan tinggi bebas

Tangga Melingkar

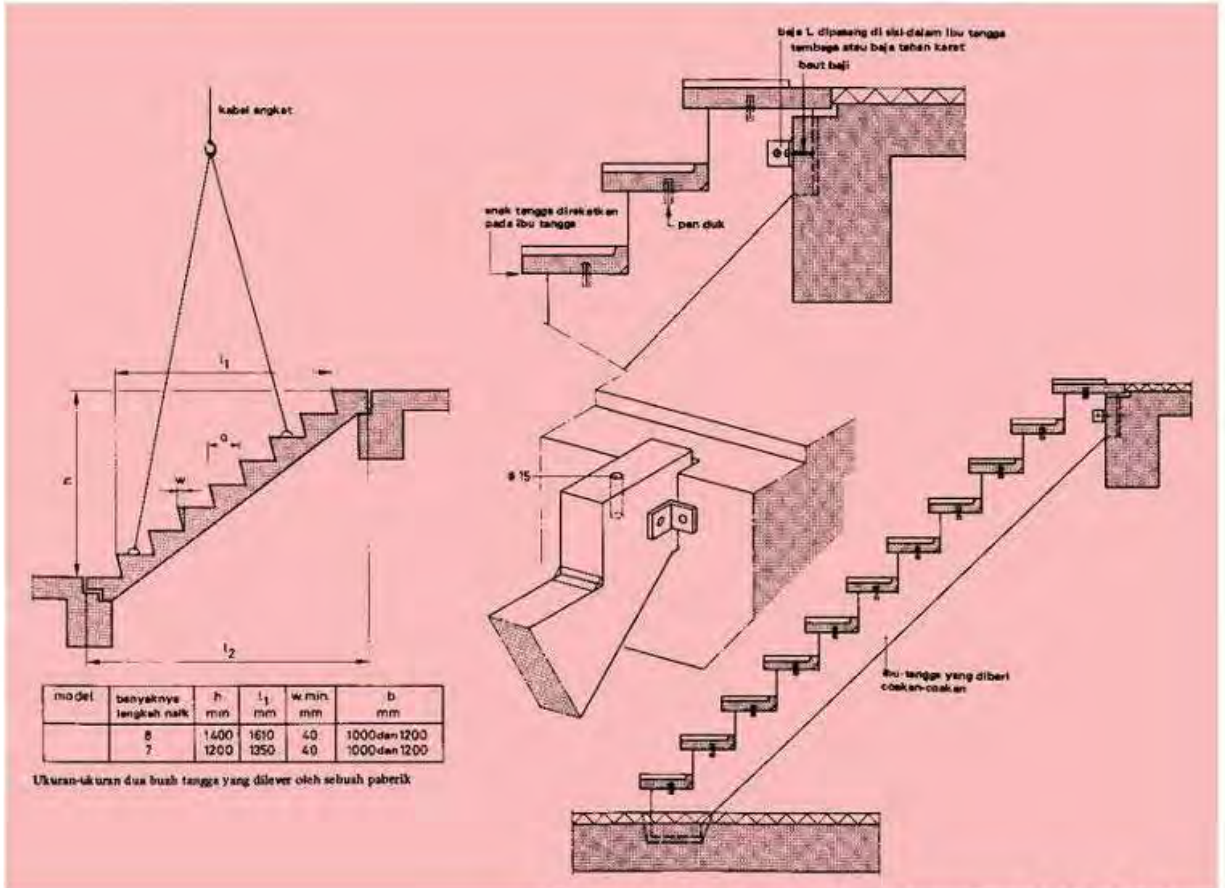
Gambar 6. 9 Tangga melingkar

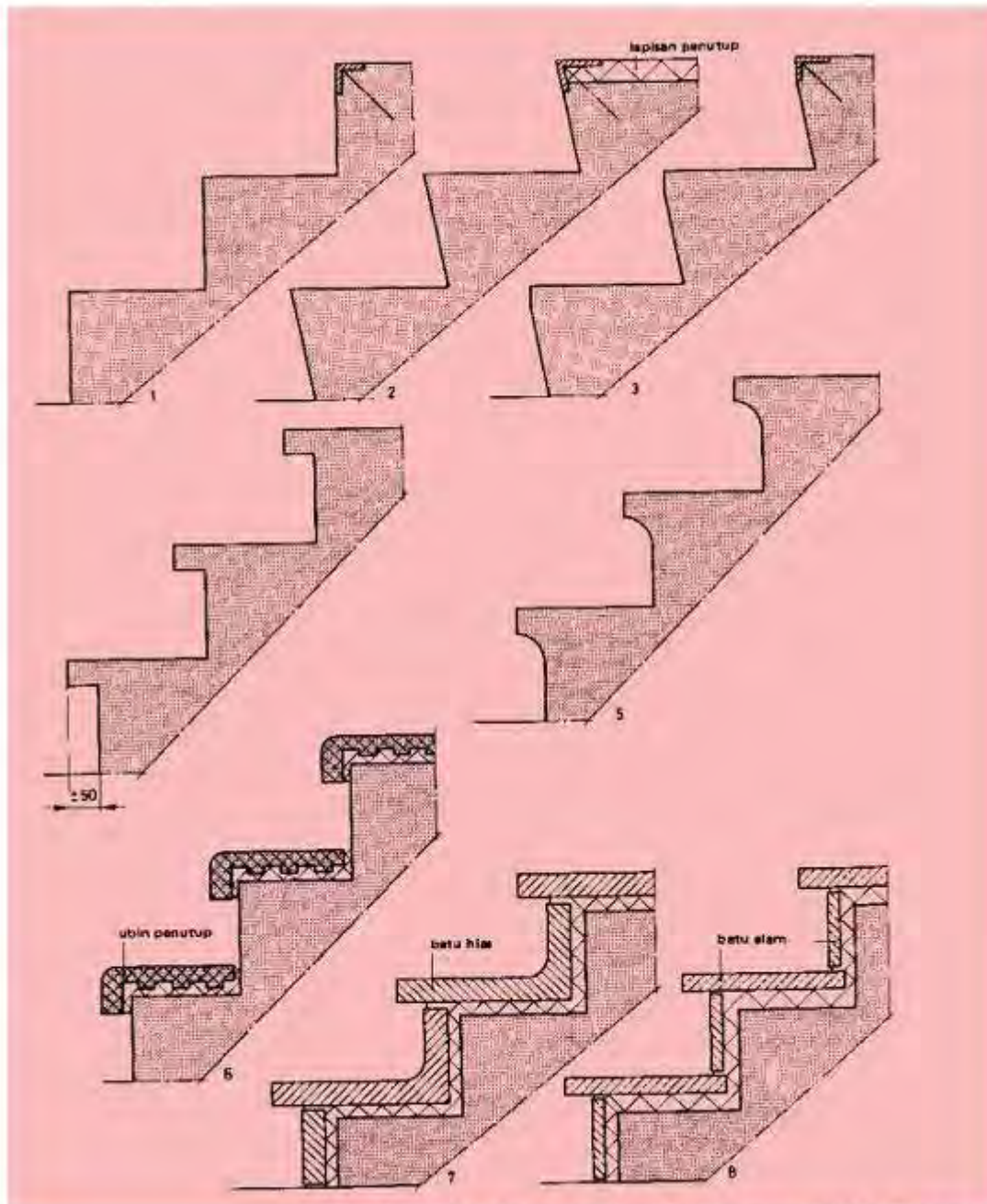
Tangga lingkar dapat berupa tangga lingkar murni atau dikombinasikan dengan tangga lurus. Cara membuatnya dapat dipakai metode sebagai berikut:

Rencana dan potongan tangga beton

Sumber: Membangun, Ilmu Bangunan, Jilid 3, Erlangga

Gambar 6. 10 Rencana dan potongan tangga beton

model	banyaknya lengkah naik	h min	l_1 mm	w.min. mm	b mm
	8 7	1400 1200	1610 1350	40 40	1000dan 1200 1000dan 1200

Ukuran-ukuran dua buah tangga yang dilever oleh sebuah paberik

Sumber: Membangun, Ilmu Bangunan, Jilid 3, Erlangga

Gambar 6. 11Tangga beton prefab

Sumber: Membangun, Ilmu Bangunan, Jilid 3, Erlangga

Gambar 6. 12Penyelesaian anak tangga

C. TANGGA KAYU

Tangga pada masa lampau mempunyai kedudukan sangat penting karena membawa pretise bagi penghuni bangunan tersebut. Tetapi sekarang bila membuat bangunan disertai tangga sudah bukan barang kemewahan lagi. Ini tidak lain karena tanah yang dipunyai tidak luas maka pengembangannya harus ke atas dan pasti memerlukan tangga.

Tangga harus memenuhi syarat-syarat antara lain:

- Dipasang pada daerah yang mudah dijangkau dan setiap orang pasti memerlukan
- Mendapat penerangan yang cukup terutama siang hari
- Mudah dijalani
- Berbentuk sederhana dan layak dipakai

Tangga berfungsi sebagai penghubung antara lantai tingkat satu dengan lainnya pada suatu bangunan.

Sudut tangga yang mudah dijalani dan efisien sebaiknya mempunyai kemiringan ± 40 ^{o} . dan jika mempunyai kemiringan lebih dari 45 ^{o} pada waktu menjalani akan berbahaya terutama dalam arah turun.

Agar supaya tangga tersebut menyenangkan dijalani, ukuran Optrade (tegak) dan Aantrede (mendatar) harus sebanding.

Rumus Tangga

1 Aantrade + 2 Optrade = 57 s.d 60 cm

Pertimbangan

Panjang langkah orang dewasa dengan tinggi badan normal itu rata-rata 57 – 60 cm. Menurut penelitian pada saat mengangkat kaki dalam arah vertikal untuk tinggi tertentu dibutuhkan tenaga 2 kali lipat pada saat melangkah dalam arah horisontal.

Misal sebuah bangunan bertingkat dengan tinggi lantai 3.50 m anak tangga tegak (optrade) ditaksir 18 cm.

Jadi jumlah optrade = 350 : 18 = 18, 4 buah dibulatkan = 19 buah sehingga optradenya menjadi = 350 : 19 = 18.4 cm. Ukuran ini harus diteliti benar sampai ukuran dalam milimeter.

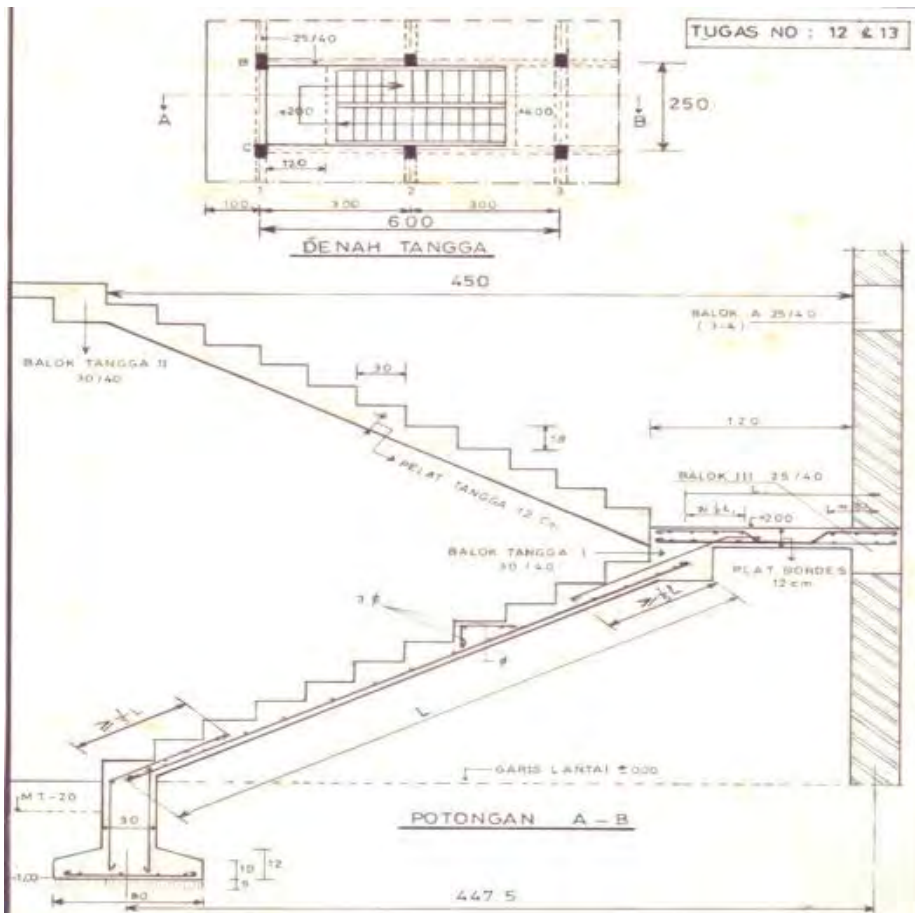
Menurut rumus tangga :

1 aantrade + 2 optrade = 57 – 60 cm

Lebar aantrade (57 a' 60) – 2 x 18.4 = 20. 2 a' 23.2 cm dalam ini ukurannya boleh dibulatkan menjadi antara 20 dan 23 cm

Sebuah tangga yang memungkinkan:

- Dilalui 1 orang lebar ± 80 cm
- Dilalui 2 orang lebar ± 120 cm
- Dilalui 3 orang lebar ± 160 cm

Gambar 6. 13Konstruksi Tangga

Gambar 6. 14Konstruksi Penulangan Tangga

Menggambar Konstruksi Tangga dan Railing Kayu

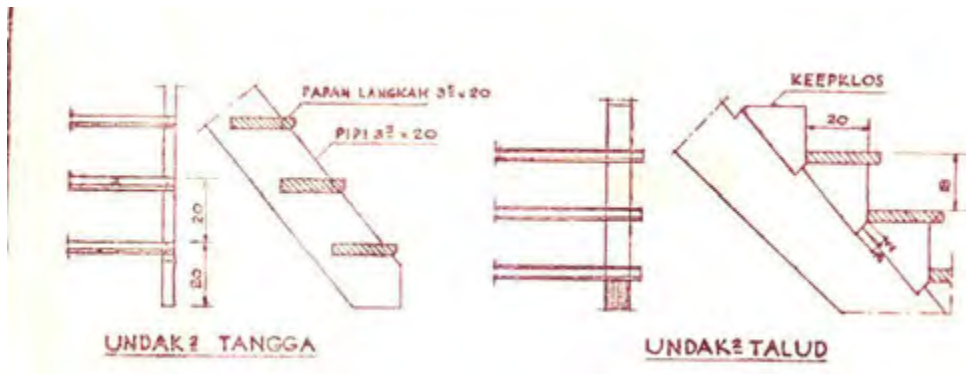
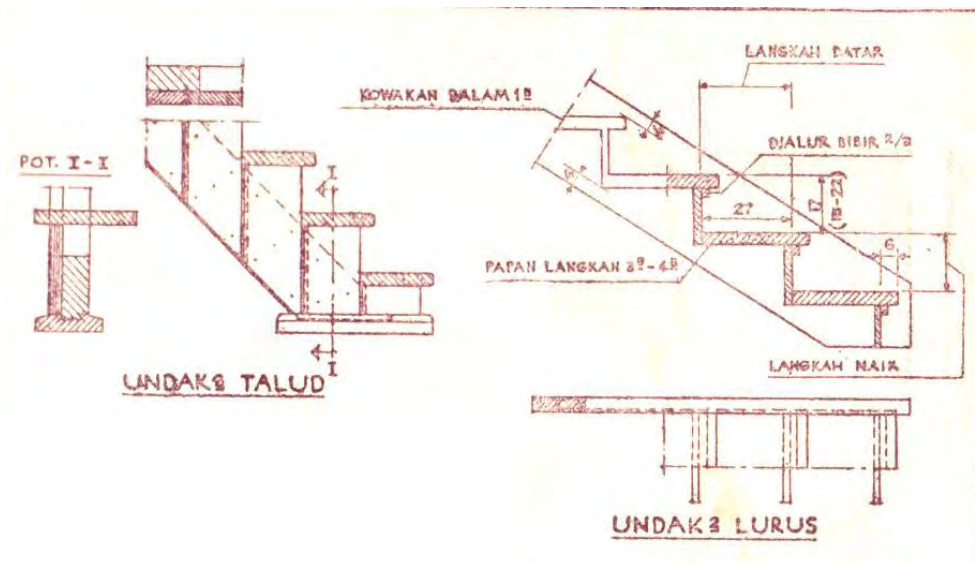
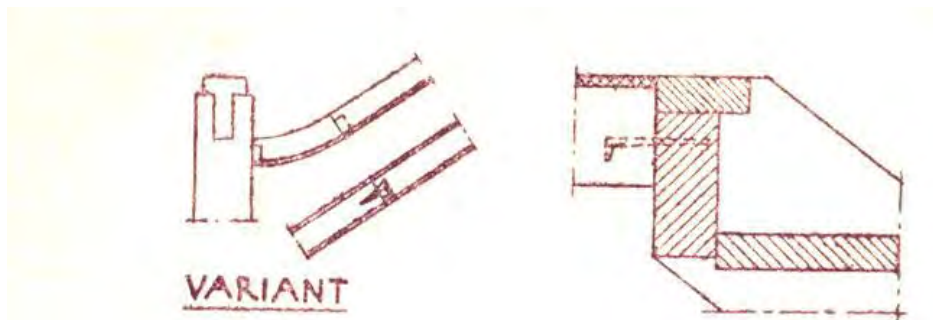
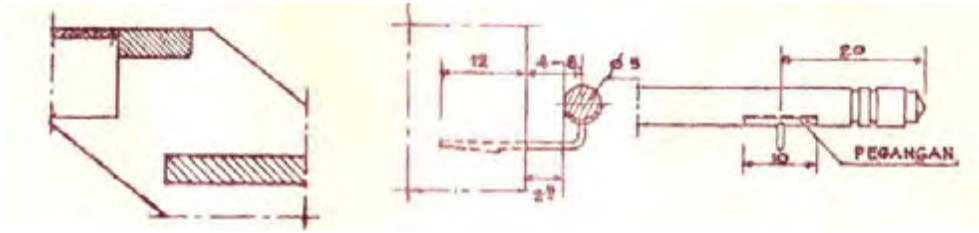
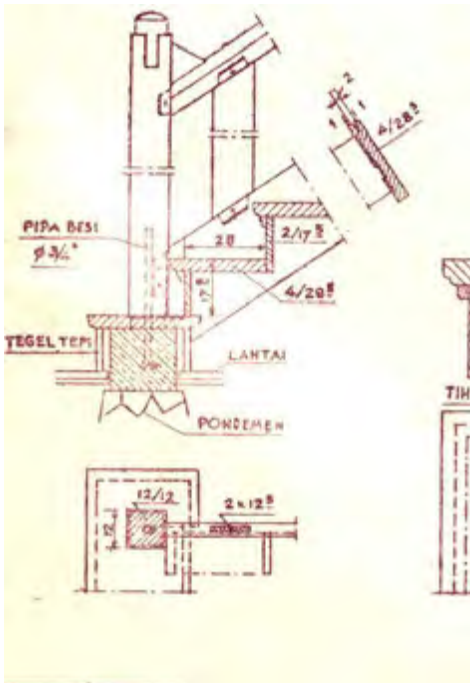
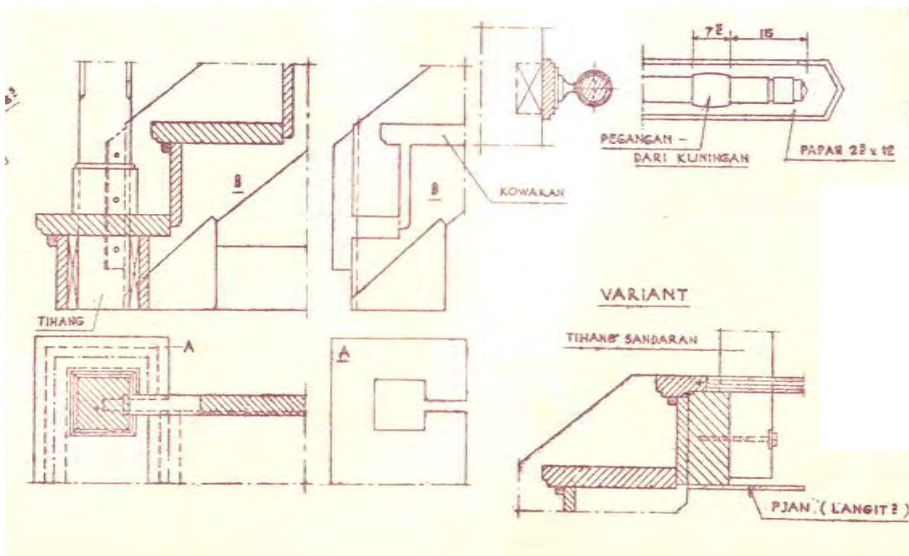
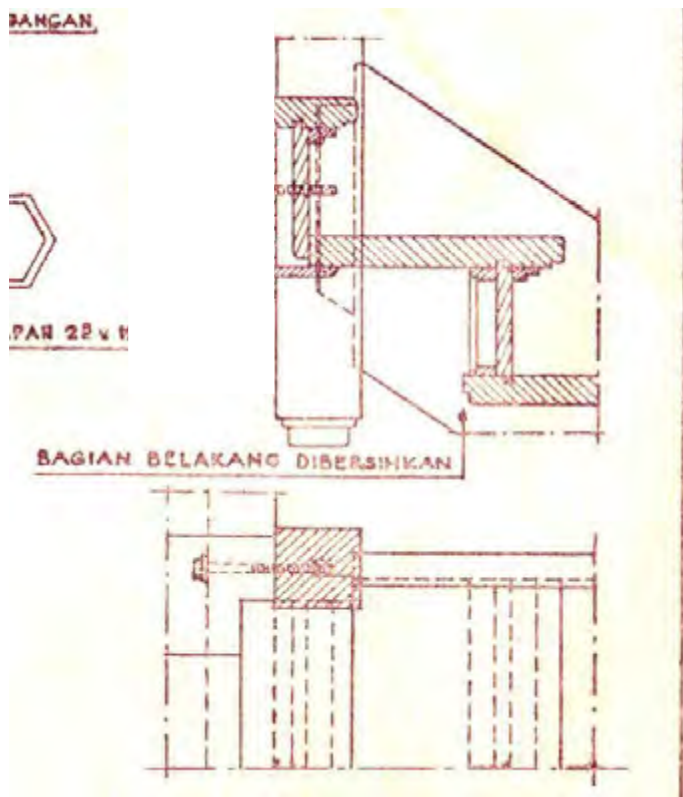
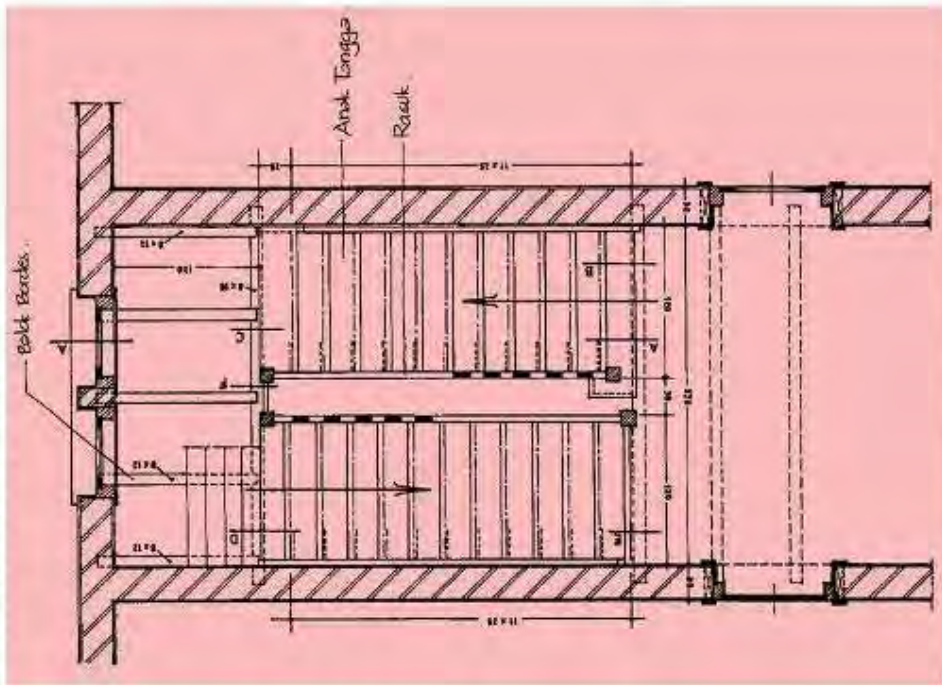
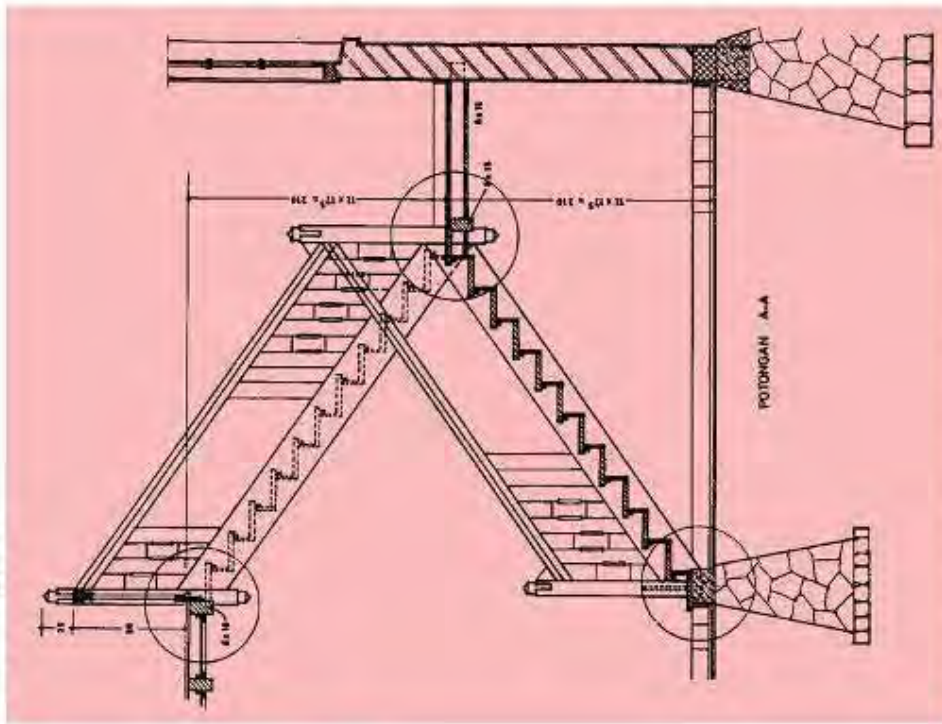
Tangga pada masa lampau mempunyai kedudukan sangat penting karena membawa pretise bagi penghuni bangunan tersebut. Maka kalau bahan yang digunakan menggunakan bahan kayu akan membawa dampak penghuni rumah, karena makain lama bahan kayu mahal harganya.

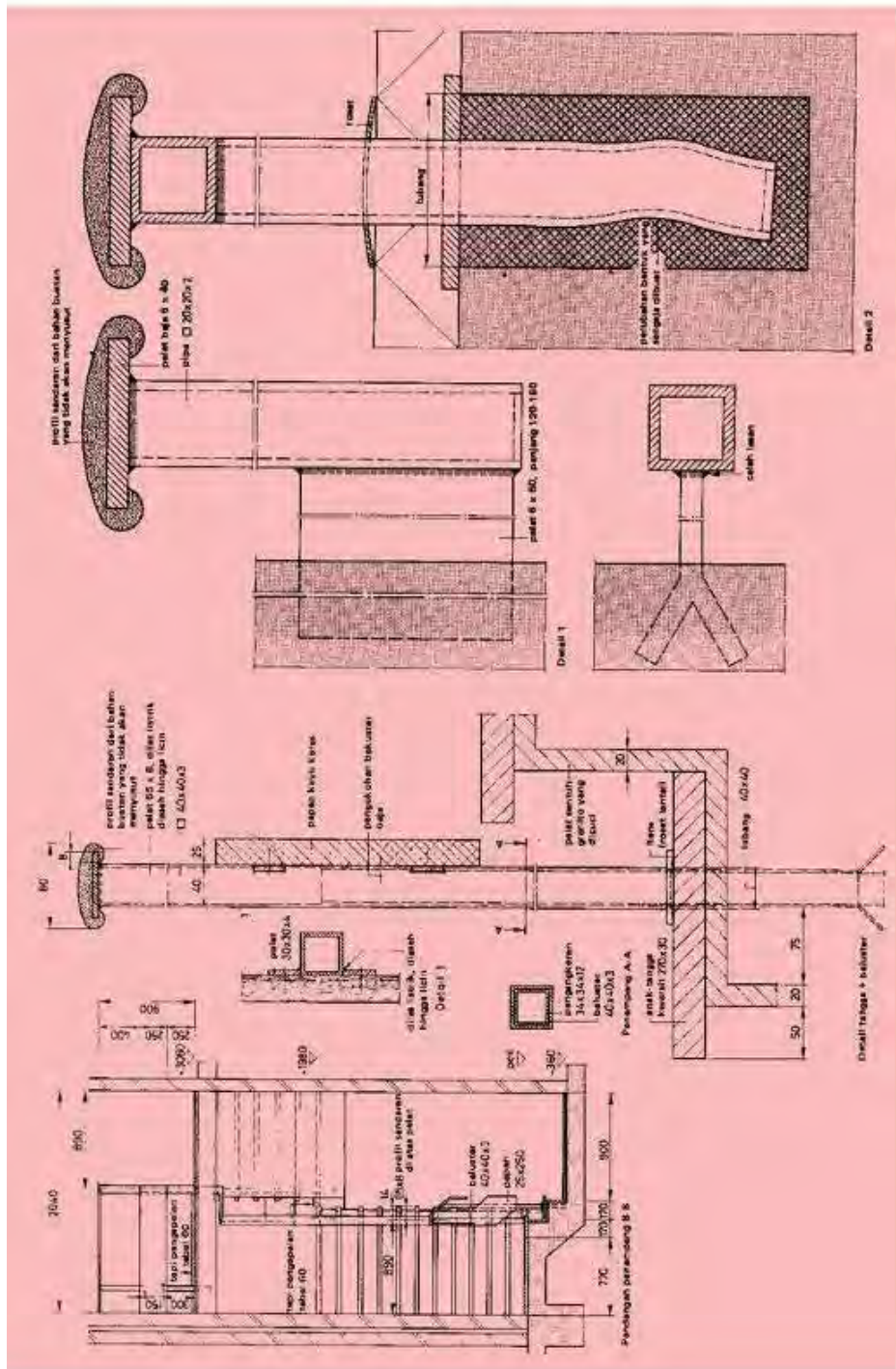
Hal-hal yang perlu mendapatkan perhatian dalam pembuatan tangga antara lain:

- Bahan yang berkualitas

- Sambuangan harus baik
- Mendapat penerangan yang cukup
- Finishing

Untuk memahami bentuk konstruksinya tangga dari bahan kayu, kita lihat gambar berikut.

Ditail-Ditail Tangga

Gambar 6. 15 Ditail tangga a

Gambar 6. 16Ditail tangga b

Gambar 6. 17 Ditail tangga c

Gambar 6. 18Ditail tangga d

Gambar 6. 19Ditail Tangga e

Gambar 6. 20 Tangga kayu

Detail railing tangga

Sumber: Membangun, Ilmu Bangunan, Jilid 3, Erlangga

Gambar 6. 21 Detail railing tangga

Tangga Baja

Gambar 6. 22 Tangga baja

D.TANGGA BETON BERTULANG

Tangga pada masa lampau mempunyai kedudukan sangat penting karena membawa pretise bagi penghuni bangunan tersebut. Tetapi sekarang bila membuat bangunan disertai tangga sudah bukan barang kemewahan lagi. Ini tidak lain karena tanah yang dipunyai tidak luas maka pengembangannya harus ke atas dan pasti memerlukan tangga.

Tangga harus memenuhi syarat-syarat antara lain:

- Dipasang pada daerah yang mudah dijangkau dan setiap orang pasti memerlukan
- Mendapat penerangan yang cukup terutama siang hari
- Mudah dijalani
- Berbentuk sederhana dan layak dipakai

Tangga berfungsi sebagai penghubung antara lantai tingkat satu dengan lainnya pada suatu bangunan.

Sudut tangga yang mudah dijalani dan efisien sebaiknya mempunyai kemiringan ± 40 º . dan jika mempunyai kemiringan lebih dari 45 º pada waktu menjalani akan berbahaya terutama dalam arah turun.

Agar supaya tangga tersebut menyenangkan dijalani, ukuran Optrade (tegak) dan Aantrede (mendatar) harus sebanding.

Rumus Tangga

1 Aantrade + 2 Optrade = 57 s.d 60 cm

Pertimbangan

Panjang langkah orang dewasa dengan tinggi badan normal itu rata-rata 57 – 60 cm. Menurut penelitian pada saat mengangkat kaki dalam arah vertikal untuk tinggi tertentu dibutuhkan tenaga 2 kali lipat pada saat melangkah dalam arah horisontal.

Misal sebuah bangunan bertingkat dengan tinggi lantai 3.50 m anak tangga tegak (optrade) ditaksir 18 cm.

Jadi jumlah optrade = 350 : 18 = 18, 4 buah dibulatkan = 19 buah sehingga optradenya menjadi = 350 : 19 = 18.4 cm. Ukuran ini harus diteliti benar sampai ukuran dalam milimeter.

Menurut rumus tangga :

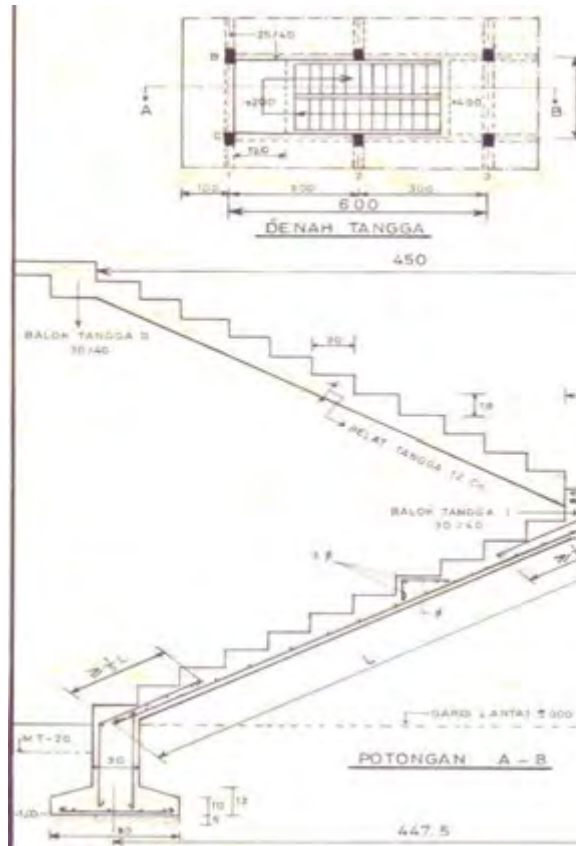
1 aantrade + 2 optrade = 57 – 60 cm

Lebar aantrade (57 a' 60) – 2 x 18.4 = 20. 2 a' 23.2 cm dalam ini ukurannya boleh dibulatkan menjadi antara 20 dan 23 cm

Sebuah tangga yang memungkinkan:

- Dilalui 1 orang lebar ± 80 cm
- Dilalui 2 orang lebar ± 120 cm
- Dilalui 3 orang lebar ± 160 cm

Gambar 6. 23Konstruksi Tangga Beton

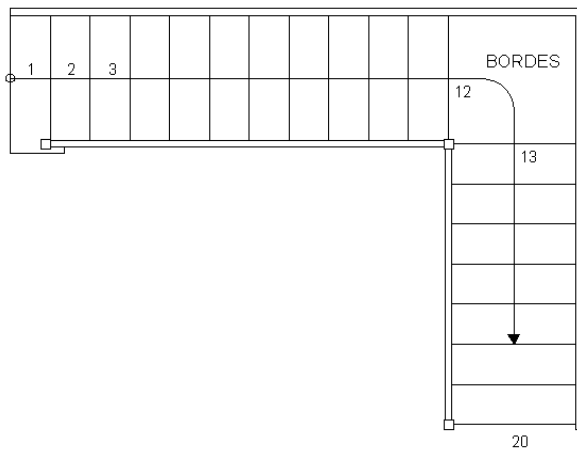
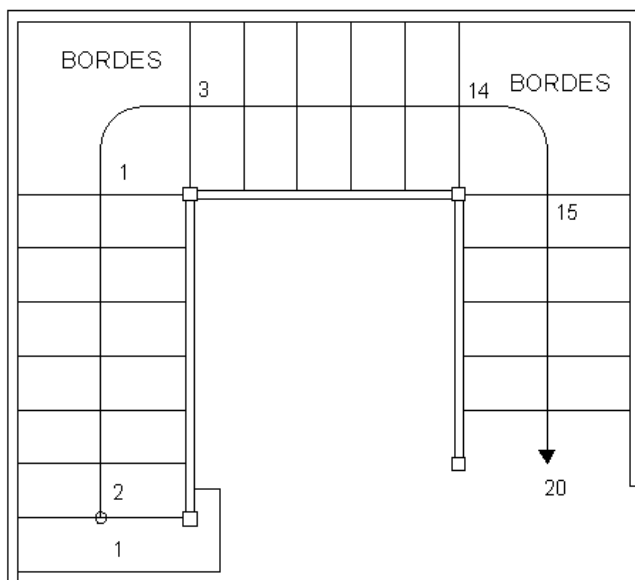
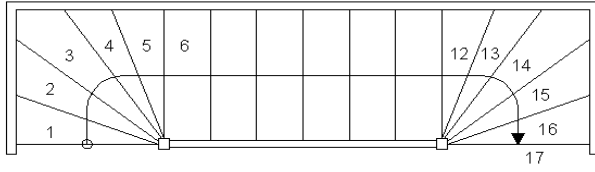
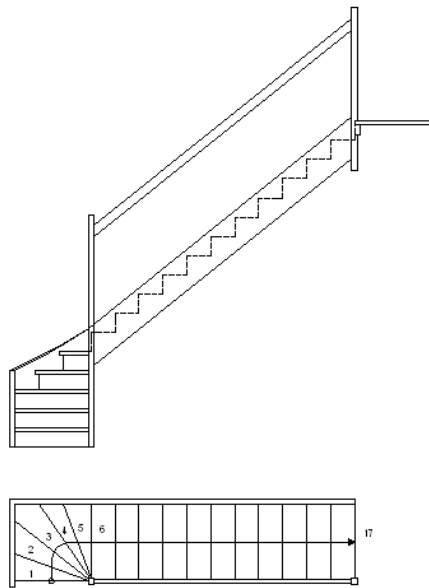
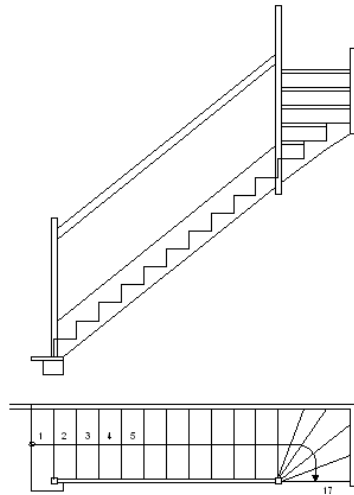
Menggambar Rencana Penulangan Tangga Beton

Gambar 6. 24Konstruksi Penulangan Tangga

Menggambar Bentuk-bentuk Struktur Tangga

Macam-macam bentuk tangga:

- Tangga Lurus, penginjaknya tegak lurus ibu tangga
- Tangga Serong, penginjaknya sama lebar tidak tegak lurus ibu tangga

- Tangga Baling, Penginjaknya tak sama lebar tak tegak lurus ibu tangga
- Tangga putar, anak tangga berputar mengikuti kolom penguat
- Tangga perempatan
- Tangga dengan bordes

Macam-Macam Bentuk Tangga

Gambar 6. 25Tangga Bordes Dua Lengan

Gambar 6. 26Tangga Bordes Tiga Lengan

Gambar 6. 27Tangga Dua Perempatan

Gambar 6. 28Tangga Dengan Permulaan Perempatan

Gambar 6. 29Tangga Dengan Penghabisan Perempatan

E.TANGGA BAJA

Pada bangunan lebih dari satu lantai (bertingkat), keberadaan tangga menjadi sebuah komponen penting dan paling sering/biasa digunakan sebagai alat Bantu transportasi vertikal. Dalam bangunan (rumah tinggal) posisi/letak tangga haruslah diusahakan pada daerah yang mudah dijangkau dari segala ruangan. Dianjurkan dalam satu bangunan terdapat minimal dua buah tangga untuk mengantisipasi keadaan darurat (kebakaran).

Tangga dapat terbuat dari pasangan batu, kayu, besi, baja dan beton. Selanjutnya dalam materi ini hanya akan dibahas konstruksi tangga dari bahan kayu.

Adapun sebuah tangga harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

Lebar Tangga

Lebar tangga yang biasa digunakan (dan diijinkan) dalam bangunan rumah tinggal adalah minimal 80 cm (tangga utama, bukan tangga service). Sedangkan untuk tangga service minimal lebarnya 60cm.

Tangga dalam bangunan rumah tinggal tidak diharuskan memiliki bordes (space datar pada ketinggian tertentu untuk beristirahat), karena biasanya hanya terdiri dari 2 atau 3 lantai saja. Apabila terdapat bordes, maka lebarnya biasanya minimal adalah sama lebar dengan lebar tangga. Dalam satu tangga dimungkinkan untuk terdapat lebih dari satu bordes (lihat bagian pembahasan bordes).

Lebar tangga minimal untuk 1 orang adalah 60 cm. Maka untuk desain tangga:

Untuk 1 orang = 60 cm

Untuk 2 orang 2 x 60 = 120 cm

Untuk 3 orang 3 x 60 = 180 cm

Lebar tangga tersebut adalah lebar tangga bersih. Tidak termasuk railling dan atau batas dinding.

Perhitungan kebutuhan tangga untuk bangunan umum dihitung 60cm lebar tangga untuk tiap 100 orang. Misalnya bangunan teater dengan kapasitas 1.000 orang membutuhkan lebar tangga 1.000/100 x 60cm = 6m. Untuk itu dapat dipakai 1 tangga denga lebar 6m atau dua buah tangga dengan lebar masing-masing 3m.

Namun demikian apabila masih dimungkinkan sebaiknya menggunakan lebar minimal 1.20 cm, yang merupakan lebar tangga standart keamanan/keadaan darurat (emergency stairs).

Kemiringan Tangga

Pada dasarnya kemiringan tangga dibuat tidak terlalu curam agar memudahkan orang naik tanpa mengeluarkan banyak energi, tetapi juga tidak terlalu landai sehingga tidak akan menjemukan dan memerlukan banyak tempat karena akan terlalu panjang.

Kemiringan tangga yang wajar dan biasa digunakan adalah berkisar antara **25^o - 42^o**. untuk bangunan **ruah tinggal** biasa digunakan kemiringan **38^o**.

Lebar dan Tinggi Anak Tangga

Satu langkah manusia arah datar adalah 60 - 65 cm, sedangkan untuk melangkah naik perlu tenaga 2 kali lebih besar daripada melangkah datar. Oleh karena itu, perbandingan yang baik adalah

(L + 2T) = 60 s/d 65 cm

L = lebar anak tangga (lebar injakan = aantrede)

T = tinggi anak tangga (tinggi tanjakan = optrade)

Biasanya,

T berkisar antara 14 – 20 cm agar masih terasa mudah di daki

L berkisar antara 22,5 – 30 cm agar tapak sepatu dapat berpijak dengan baik.

Jumlah Anak Tangga

Jumlah anak tangga dalam satu tangga diusahakan **tidak lebih dari 12 buah** apabila lebih dianjurkan untuk menggunakan bordes. Hal ini untuk mencapai kenyamanan pengguna terutama penyandang cacat dan orang tua.

Kalau keadaan memaksa, misalnya karena keterbatasan ruangan yang ada, maka dimungkinkan **jumlahnya maksimal 16** anak tangga, hal ini mengacu kondisi maksimal kemampuan (kelelahan) tubuh manusia.

Jumlah anak tangga = <u>tinggi floor to floor</u> – 1 cm

T

Untuk menghindari kecelakaan, apabila dimungkinkan sebaiknya anak tangga dibuat seragam ukurannya, baik tinggi ataupun lebarnya. Apabila tidak dimungkinkan, anak tangga yang berbeda ukurannya diletakkan pada bagian paling bawah (antisipasi keamanan).

Contoh Perhitungan Tangga

Misalkan tinggi lantai (floor to floor) = 320 cm

Ukuran Anak Tangga

Dicoba : t = 16 cm, I= 26 cm

Maka : 2 t + l = (2 x 16) + 26 = 58 < 60.

tangga terlalu landai, melelahkan.

Dicoba : t = 20 cm, l = 28 cm

Maka : 2 t + l =(2 x 20) + 28 = 68 > 65.

tangga terlalu curam, cepat lelah.

Dicoba : t = 18 cm, l = 28 cm

Maka : 2 t + l = (2 x 18) + 28 = 64 cm

boleh dipakai.

Jumlah Anak Tangga

Jumlah anak tangga = 320/18 – 1 = 16,78 buah

Maka jumlah yang dipakai:

Alternatif 1:

Jumlahnya dibulatkan ke atas (17 buah), selisihnya dibagi rata.

320/t – 1 = 17, maka t dibuat 17,8 cm

Alternatif 2:

Tinggi seluruh anak tangga dibuat sama, kecuali anak tangga terbawah dengan ukuran yang berbeda.

Gambar 6. 30 Tangga baja

Karena jumlahnya lebih dari 12 anak tangga (17 anak tangga), maka anak tangga ke 9 dapat menjadi bordes.

Bordes

Bordes adalah bagian datar (anak tangga yang dilebarkan) pada ketinggian tertentu yang berfungsi untuk beristirahat. Bordes tangga dapat dibagi menjadi 3 model dengan aturan ukuran yang berbeda, yaitu: bordes tangga lurus, bordes tangga L dan bordes tangga U.

Sandaran Tangan

Sandaran tangan (Railling) tangga perlu dibuat untuk kenyamanan dan keselamatan pengguna tangga, terutama tangga bebas, yang tidak diapit oleh dinding. Tinggi yang biasa digunakan adalah antara 80 – 100 cm. Railing harus dibuat dari bahan yang halus/licin, sehingga nyaman dan tidak melukai tanggan. Railing biasanya bertumpu pada baluster (tiang penyangga).

Ruang Tangga dan Konstruksi Tangga

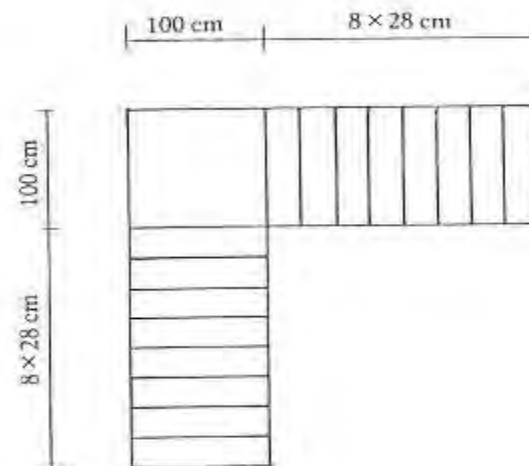
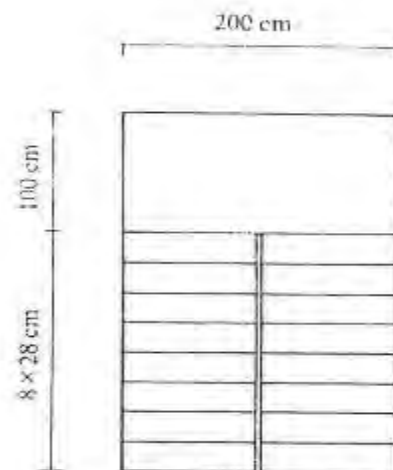
Ruang tangga adalah ukuran modul ruang yang dibutuhkan untuk perletakan tangga. Ruang tangga harus cukup cahaya dan ventilasi.

Ukuran ruang tangga ditentukan o!eh jumlah anak-tangga dan bentuk tangganya.

Sebagai contoh dari hasil hitungan di atas. dengan 3 macam bentuk tangga, dipakai untuk bangunan rumah tinggal. dengan lebar 100 cm, jumlah anak-tangga 17 buah dan dengan memakai bordes, maka ukuran ruang tangganya adalah:

— Tangga Lurus :

Luas ruang tangga = 100 cm × 548 cm = 1 m × 5,48 m = 5,48 m2.

— Tangga Siku :

Luas ruang tangga = (1 m × 2,24 m) + (1 m × 1 m) + (1 m × 2,24 m) = 5,48 m2

— Tangga Balik :

Luas ruang tangga = 2 m × 3,24 m = 6,48 m2.

Gambar 6. 31 ilustrasi Tangga baja

Konstruksi tangga dapat dibuat menjadi satu dengan rangka bangunan ataupun dibuat terpisah. Apabila dibuat menjadi satu, maka kerugiannya adalah apabila bangunan mengalami penurunan, sudut kemiringan tangga akan berubah.

Apabila strukturnya dibuat terpisah, maka hal tersebut tidak akan terjadi, namun membutuhkan ruang yang lebih besar. Terpisah keseluruhan, termasuk pondasi tersendiri dan ranga tidak bergabung dengan rangka bangunan, diberi sela ± 5 cm.

Lubang Tangga

Lubang tangga adalah lubang pada plat lantai atas dimana terdapat perletakan tangga. Lubang tangga harus sedemikan rupa sehingga tidak mengganggu kenyamanan pengguna tangga. Ukuran tinggi bebas (tinggi plat lantai/plafond/balok/lisplank sampai dengan anak tangga yang tepat dibawahnya) adalah berkisar 190-200 cm.

Ukuran panjang lubang tangga adalah:

P= Ptangga – nL

Ptangga = jumlah L + lebar bordes

P = Panjang lubang tangga

Ptangga = Panjang tangga

L = Lebar tangga

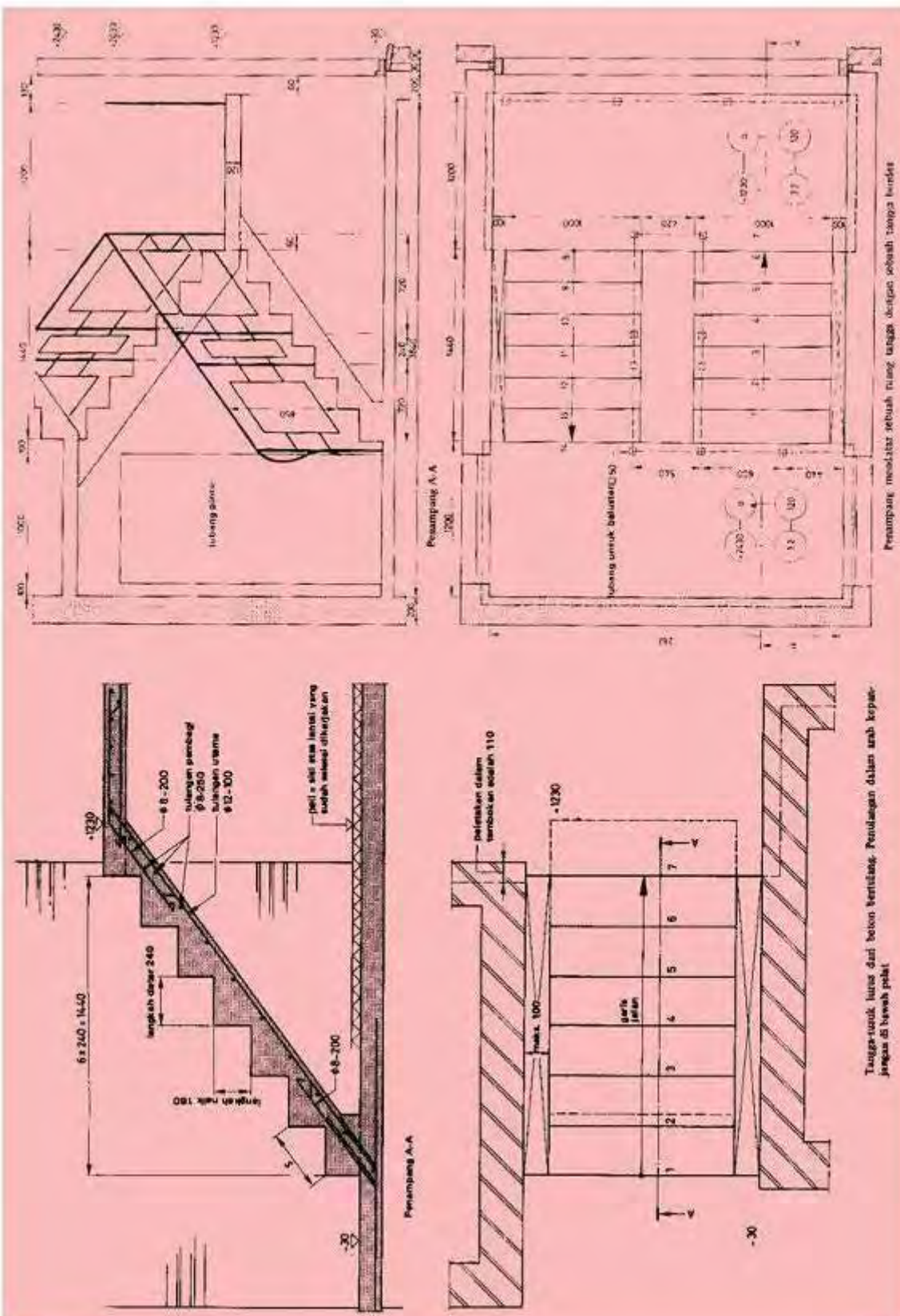
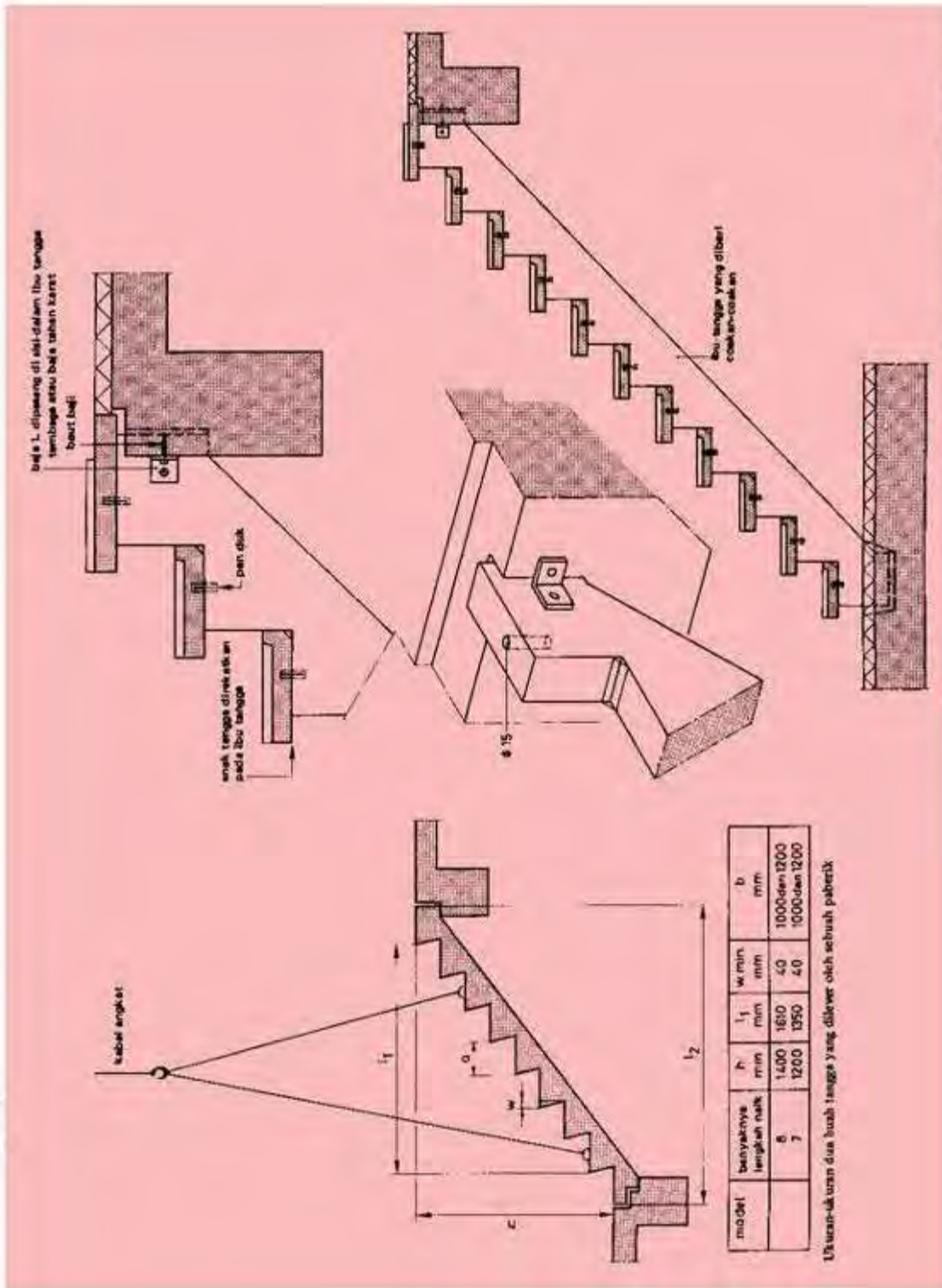
nL = Jumlah lebar tangga sampai dengan tinggi bebas

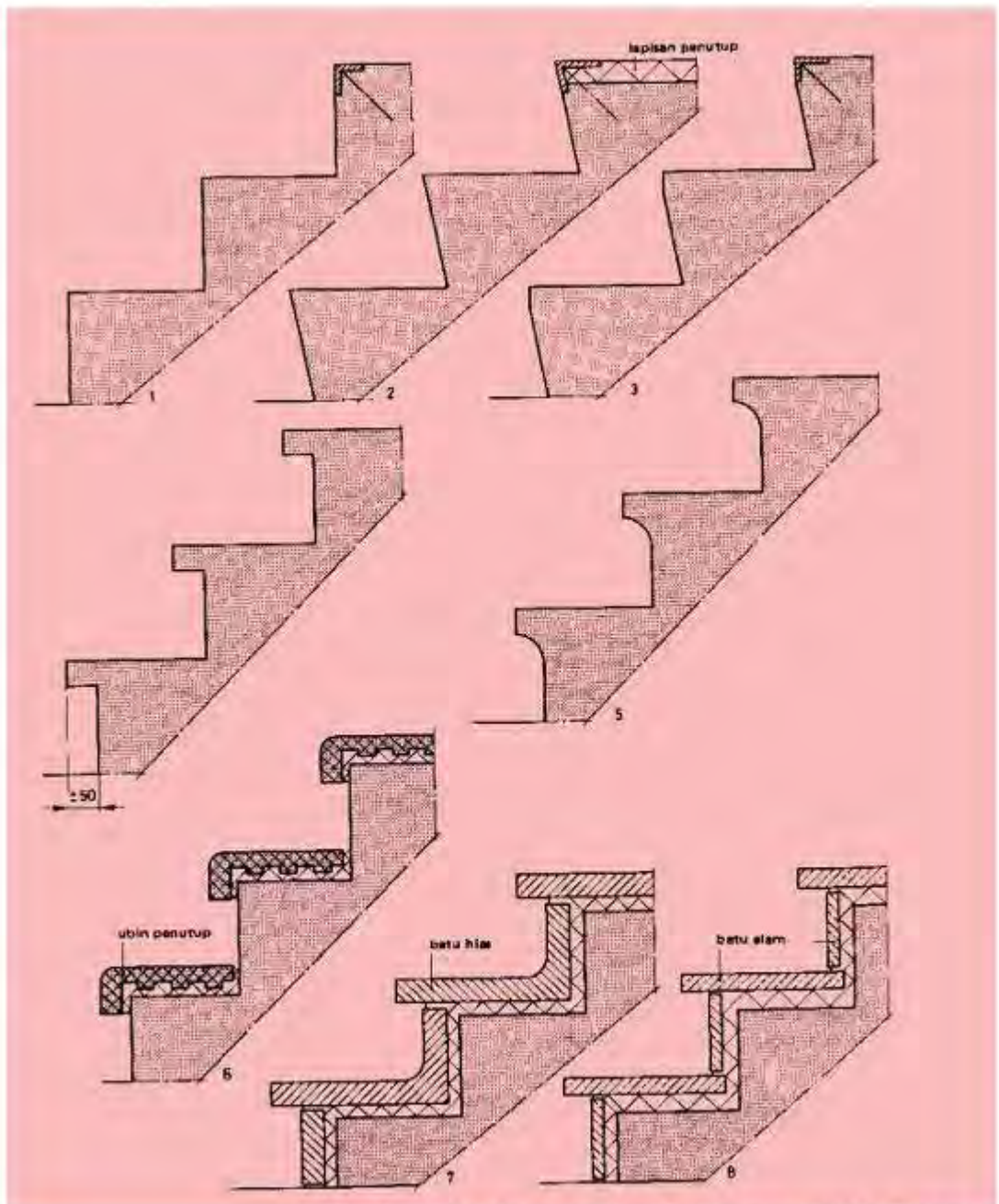
Tangga Melingkar

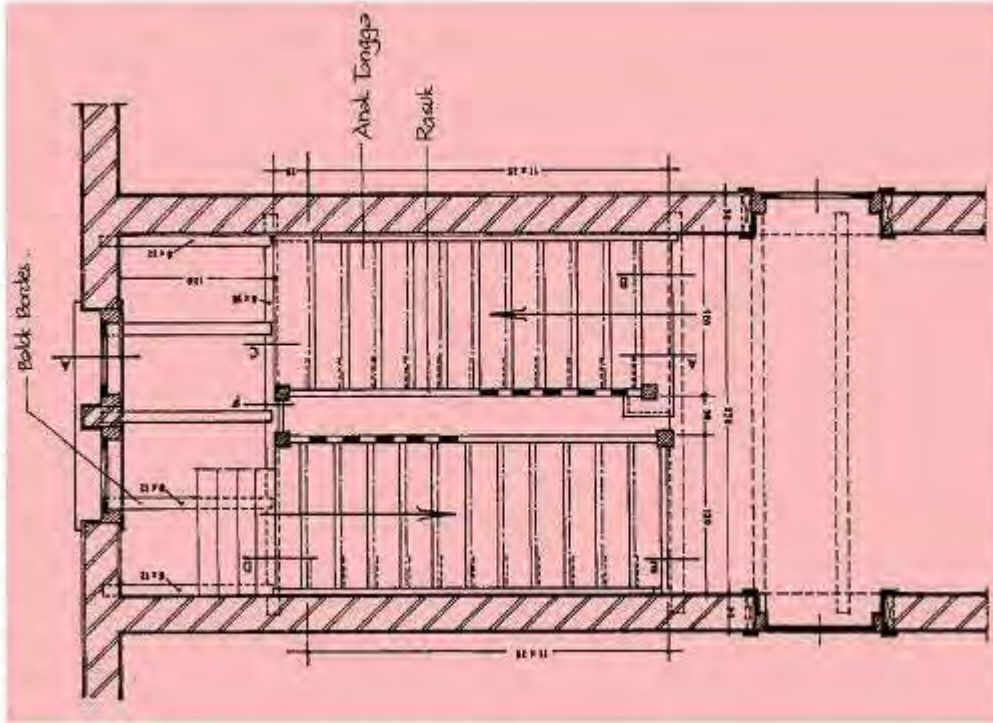
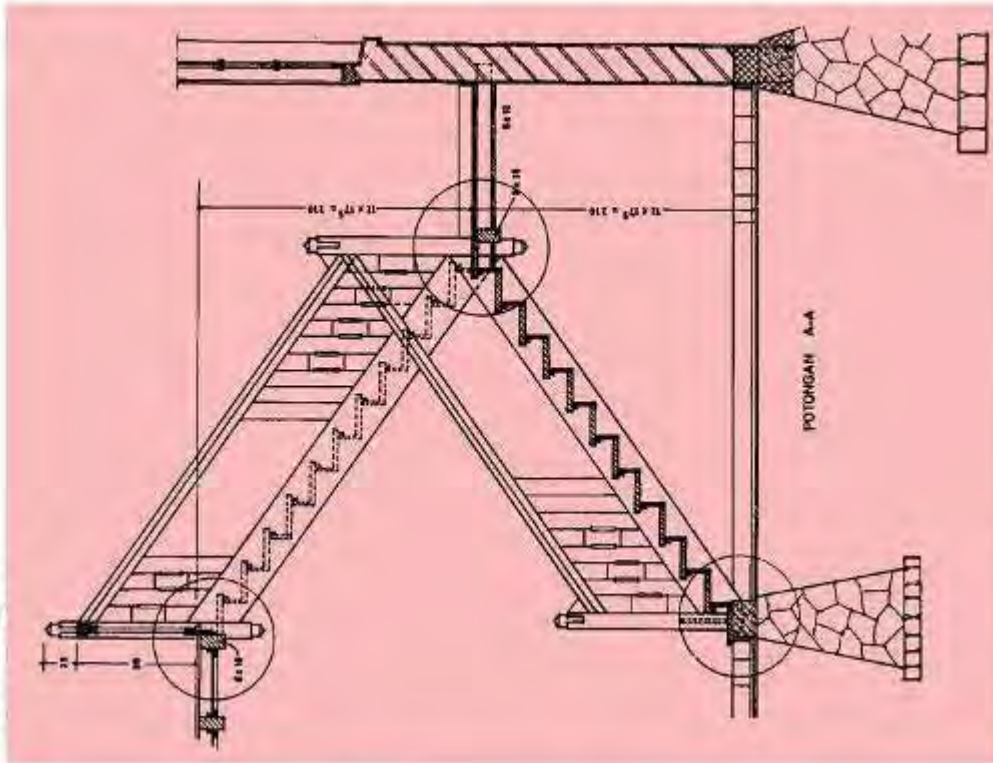
Gambar 6. 32 Tangga melingkar

Tangga lingkar dapat berupa tangga lingkar murni atau dikombinasikan dengan tangga lurus. Cara membuatnya dapat dipakai metode sebagai berikut:

Tangga-tusuk lurus dari beton bertulang. Penulangan dalam arah kepanjangan di bawah pelat

Penampang mendatar sebuah ruang tangga dengan sebuah tangga bordes

Sumber: Membangun, Ilmu Bangunan, Jilid 3, Erlangga

Gambar 6. 33 Rencana dan potongan tangga prefab

Sumber: Membangun, Ilmu Bangunan, Jilid 3, Erlangga

Gambar 6. 34 Penyelesaian anak tangga

Gambar 6. 35 Denah rencana tangga kayu

Gambar 6. 36 detail railing tangga

Tangga Baja

Gambar 6. 37 Tangga baja

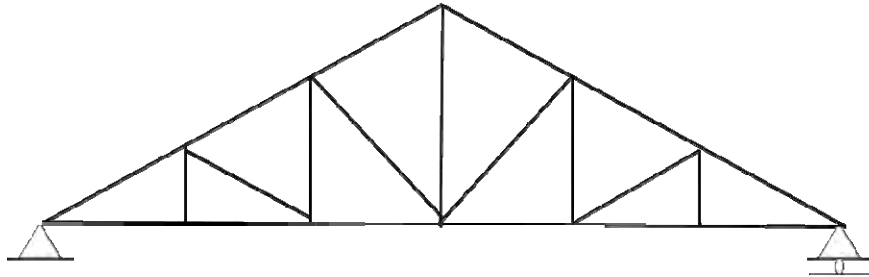
BAB 7 MENGGAMBAR KONSTRUKSI ATAP DAN LANGIT-LANGIT

A. DASAR PERHITUNGAN KUDA-KUDA

Kuda-kudaatapadalahkonstruksiyangterdiridaribalokmelintang(yang menerimagayatarik),baloksebagaipenopangatautiang(yangmenerimagaya tekan)gunamenyanggadarigordingdankasausertapelapisatap.Walaupunatap ituringan,pengaruhluarterhadapkonstruksidanpenutupnyabaikterhadapsuhu (sinarmatahari),cuaca(airhujandankelembabanudara),sertakeamanan terhadapgayahorizontal(angindangempa)dankebakaranharustetapdijamin.

Padakonstruksiatapterdapatbahanbangunanutamasepertisalahsatu contohnya;kuda-kudakayu.sedangkansebagaibahanpenutupadalahgenting flam,gentingpres,sirap,senggelombang,sertagentingataupelatsemenberserat.

Konstruksiyangdipilihmaupunbahanpenutupakanmempengaruhiatau

menentukankemiringanatap.

Bab 8. 1RangkaKuda-Kuda

Untukperhitunganperencanaankuda-kudadiperlukandata-datasebagai

berikut:

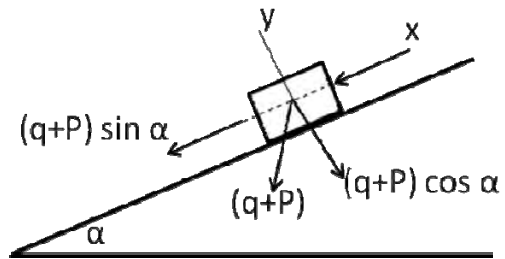
-Panjangbentang

-Jarakkuda-kuda

-Jarakgording

-Jenisatap

-Jeniskayu

PerencanaanGording

Gambar5.2Pembebananpadagording

Padaperhitungangording,diperhitungkanbeban-bebansebagaiberikut:

a.Bebanmati(q):

- Beratatap

-Beratsendirigording

b.Bebanhidup(P):

P=100kg

Akibatbeban-bebanyangbekerja,timbulmomen-momensebagaiberikut:

Akibatbebanmati:

M_x=1/8.$qsin\alpha.L^2$…………………………………………….5.1a)M_y
=1/8.$qcos\alpha.L^2$…………………………………..………5.1b)

Akibatbebanhidup.

M_x=1/4.$Psin\alpha.L^2$……………………………………………5.2a)M_y=
1/4.$Pcos\alpha.L^2$………………………………………….5.2b)

Dimana$M_x$adalahmomenarah$x$,$M_y$adalahmomenarah$y$,dan$L$adalahjarakkuda-kuda.

Kontrolteganganlentur:

$$\sigma_{lt} = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq F'_b$$ ……………………………………………..5.3)

Dimanaσltadalahteganganlenturyangterjadiakibatbeban,Madalahmomen

lentur,dan$W$adalahmomentahanan.

$$W_x = \frac{I}{\frac{1}{2}.h} \longrightarrow I_x = \frac{1}{12}.b.h^3$$ ………………..…………………….. 5.4a)

$$W_y = \frac{I_y}{\frac{1}{2}.b} \longrightarrow I_x = \frac{1}{12}.h.b^3$$ ……………………………………… 5.4b)

F_b'adalahkuatlenturterkoreksi(tergantungjeniskayu)

Kontrollendutan:

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \leq f_{izin} \quad \text{..5.5c)}$$

Dimana*f*adalahlendutanyangterjadiakibatbeban,*q*adalahbebanterbagirata

(bebanmati),*P*adalahbebanterpusat(bebanhidup),*L*adalahjarakkuda-kuda,*E*

adalahmoduluselastisitaslenturkayu,*I*adalahmomeninersiapenampan.

P **erencanaanKuda-Kuda**

Padaperhitunganbatangkuda-kuda,diperhitungkanbeban-bebansebagai

berikut:

a.Bebanmati(*q*).

- Beratatap

- Beratgording

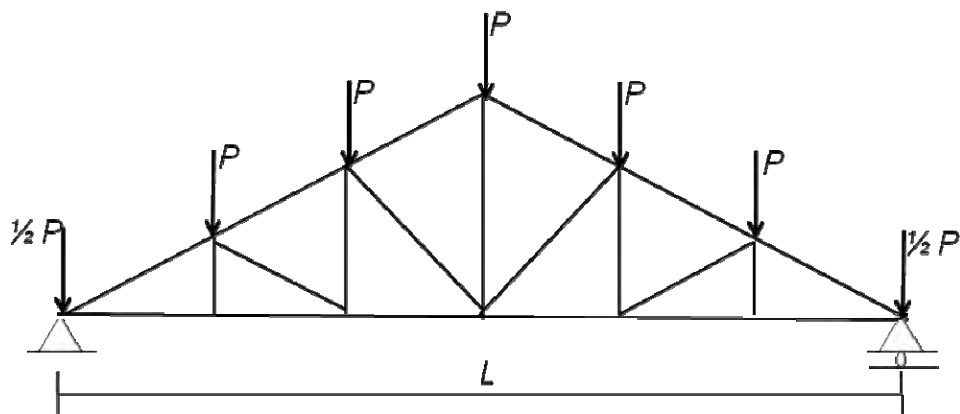
- Beratsendirikuda-kuda(dapatditaksir)

Totalbebanmatidijadikansebagaibebanterpusatbekerjavertikalpadatiaptitik buhul.

b.Bebanhidup(*P*):

P=100kg,untuktiaptitikbuhul(PMI,1987)

Bebanmatidanbebanhidupyangbekerjapadakuda-kudadalambentuk

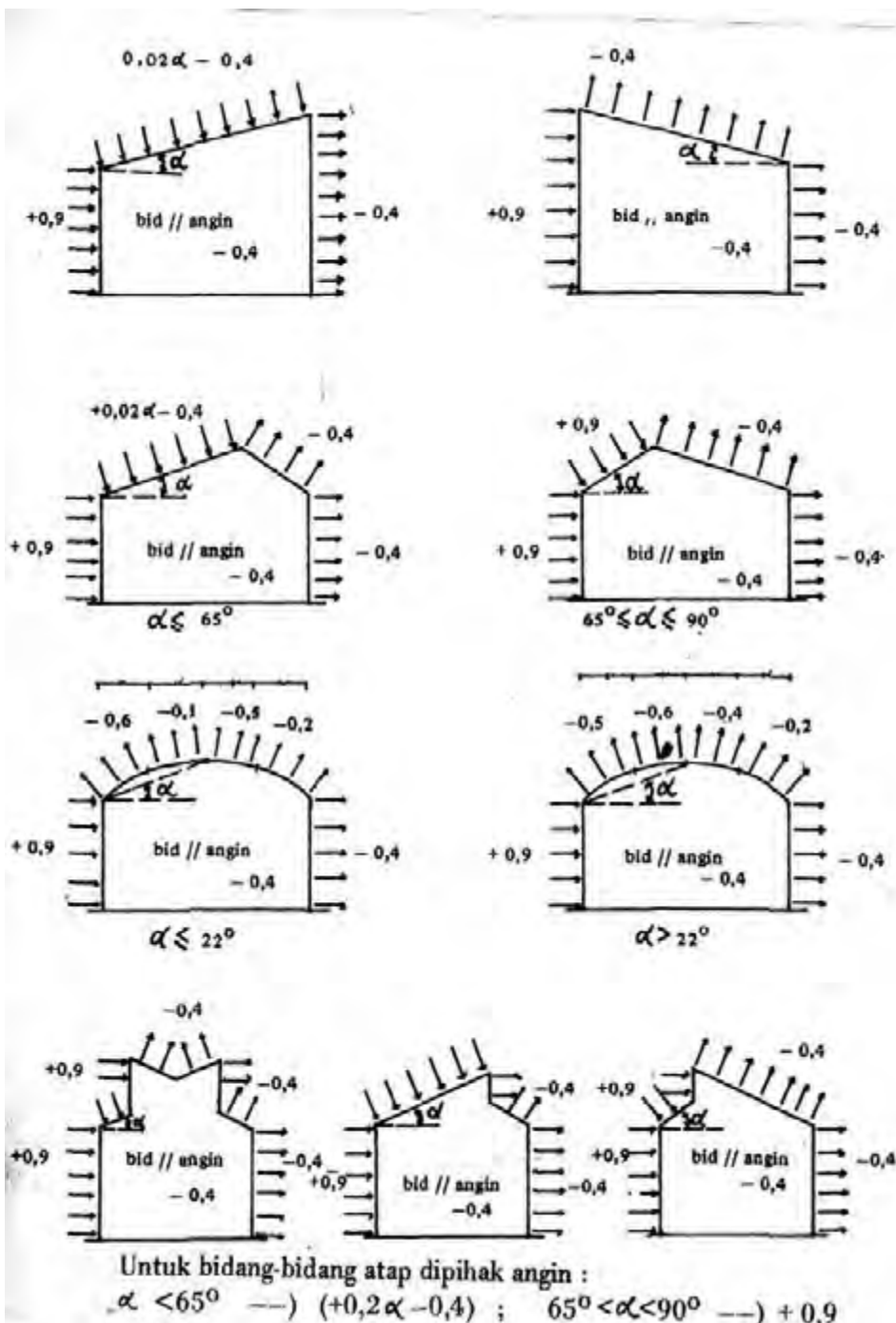
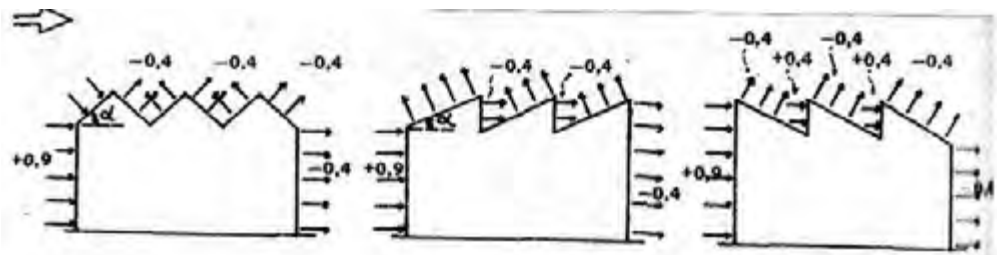
bebanterpusatvertikalpadatiap-tiaptitikbuhuldiperlihatkanpadaGambar5.3.

Gambar 7.1Pembebananbebanmatidanbebanhiduppadakuda-kuda

c.Bebanangin(*W)*

Tekananangin,*p*besarnyatergantungjarakletaktempatdaripantai.Pada

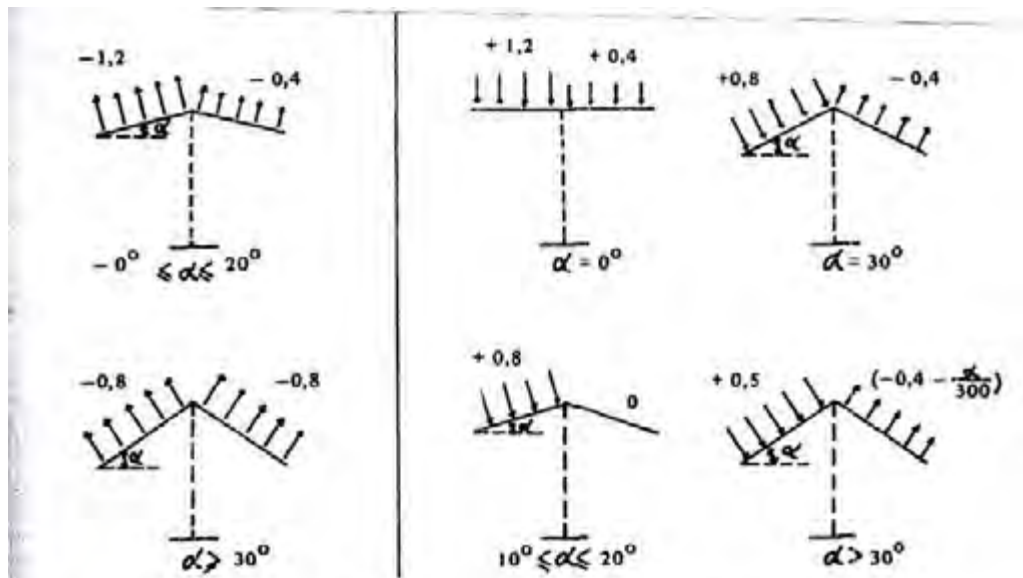
umumnyatekanantiupanginharusdiambilminimum25kg/m2.Tekanantiupdi

lautdantepipantaisampaisejauh5kmdaripantaiharusdiambilminimum40kg/m^2(PMI,1987). KoefisienangintiupC_1danangintekanC_2, besarnyatergantungpadasudutkemiringanatapα danbentukbukaanatapyang

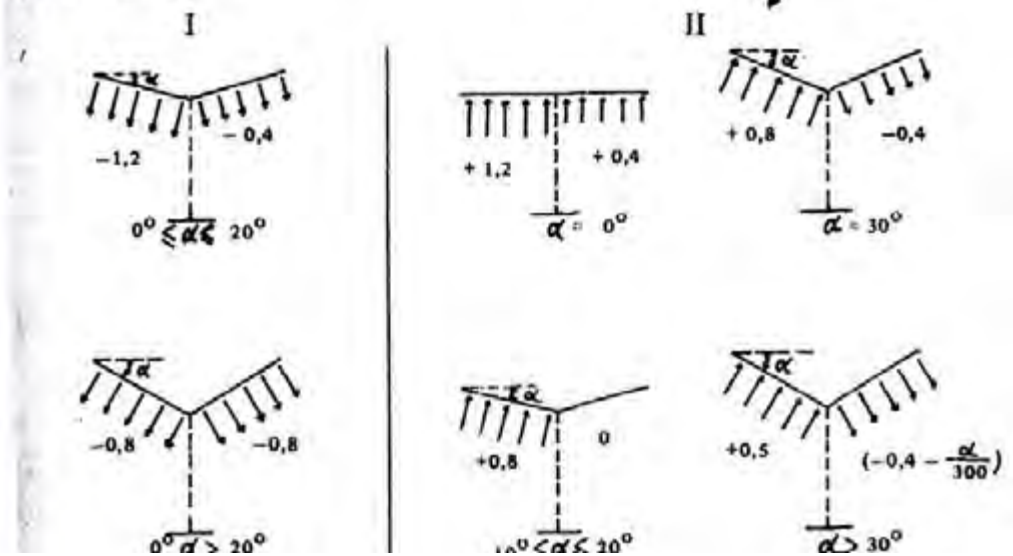
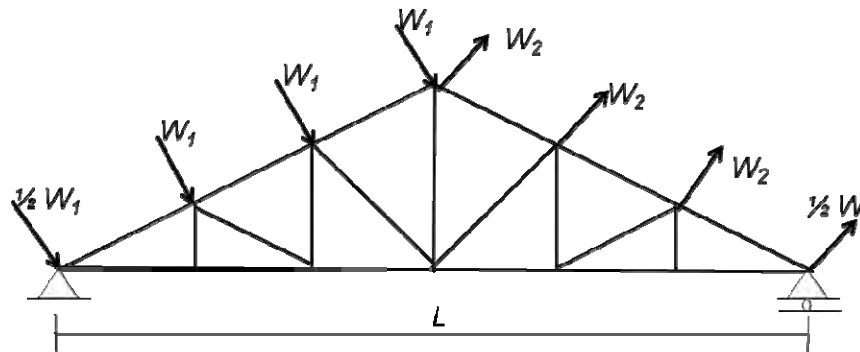
diperlihatkanpadaGambar 7.2,Gambar 7.3,danGambar 7.4.

Gambar 7.2Koefisienanginbangunantertutup

Gambar 7.3Koefisienanginbangunanterbukasebelah

Besarnyabebananginuntuktiaptitikbuhul:

$W_1=C_1.p.F$(angintiup)……………………………………………4.6a)$W_2=C_2.p.F$(angintekan)…………………………….……………4.6b)Di manaFadalahluasbidangatapantarakuda-kuda

Bentukcarakerjabebananginpadakuda-kudadiperlihatkanpadaGambar 7.1.

(untuk α yang terdapat diantaranya, diadakan interpolasi linier)

p pelana terbalik tanpa dinding :

diperhitungkan menurut keadaan yang paling berbahaya diantara 2 cara (cara I dan II)

Gambar 7.4Koefisienanginbangunantanpadinding

Gambar 7.5Pembebananbebananginbpadakuda-kuda

Gaya-gayabatangakibatbebanmatidanbebanhidup*(P),*sertaakibat

bebanangin*(W)*dihitungdenganmenggunakancaramekanikateknikcaraanalitis

ataugrafis.

Dalammenghitungperencanaandimensibatangpadakonstruksikuda-

kuda,jikakonstruksitersebutsimetris,makacukupdihitungseparohsaja.Untuk

perhitunganperencanaanbatangtarikdanbatangtekan,jugadapatdigunakan

gayabatangterbesarberdasarkanpersyaratantarikdantekan.

Sambunganbatangkuda-kudayangdisebut buhul,alatsambungyang

digunakandapatberupapakuataubaut,danuntukdikakikuda-kudadigunakan

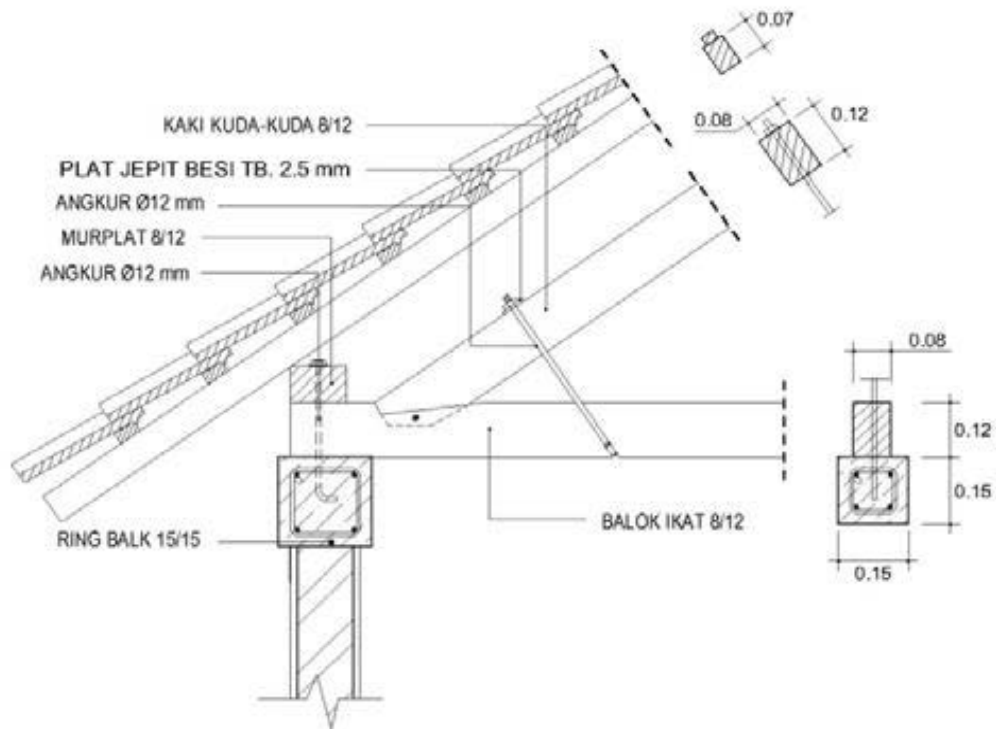
hubungangigi. Untukperhitungansambungandisesuaikandenganjenisalat

sambungnya.

V.1.3MetodeTeknisStrukturAtapTahanGempa

Dalamhaliniyangperludiperhatikanuntukmembuatstrukturatapyang tahangempaadalahmembuatseluruhelemenrumahmenjadisatukesatuanyang utuh,yangtidaklepasatauruntuhakibatgempa.Terutamapadasambungan konstruksipondasi,konstruksidindingdankonstruksiatapnya.

Dalamhalinipadakonstruksirangkaatapnyaharusdiikatkebalokdan kolomsehinggamengurangiresikopergeseranapabilaterjadigempa.Selainitu padakonstruksiatapnyadiberibalokpenopangsehinggabebanatapdapat ditopangsecaramerata. Padatitiksimpulsambungankayudiberibautdan tulanganyangdikaitkan.

Untukmenjagakestabilanpadakonstruksiatapbangunantempattinggal sebaiknyamenggunakanplatpengikatdansambungankayuyangdiberibaut sehinggamenjagakeseimbanganpadakuda-kudanya.Diameterbautdanjangkar yangdigunakanminimal12mm.Penutupatapyangdigunakanhendaknyadari bahanyangringannamunlayakdigunakan.

Gambar 7.6Detailsambungankuda-kudakayu*(Sumber.AnalisaTimdanPedomanteknispembangunanrumahtahangempa)*

V.2JembatanKayu

Keuntunganpenggunaanbahankayuuntukkonstruksijembatan:

a.Ringan

b.Murah,terutamadidaerah-daerahhutan

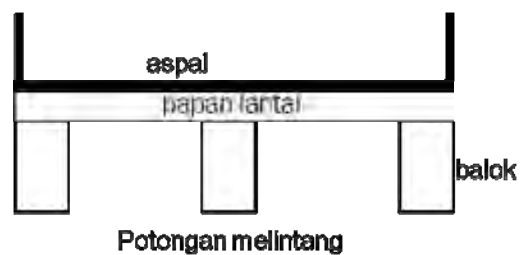
c.Mudakdikerjakan,sehinggabiayapembangunanrendah

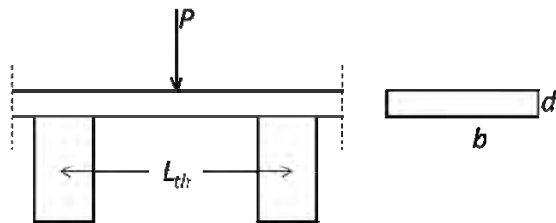
d.Penggantiannyamudah

e.Pelaksanaancepatdandapatdikerjakanolehtenagayangterdapatdimana saja.

Dalamperhitunganjembatankayuharusdiperhatikanbeberapahal,antar lainsupayadihindarkanlengastinggi(kelembaban)yangberlangsunglama, pemeliharaandanpenggantianbagian-bagiansedapatmungkindilaksanakantanpa biayatinggisertatanpamengganggulalulintas.

Bagian-BagianKonstruksiJembatanKayu

Gambar 7.7Potonganmemanjangan

Gambar 7.8JembatanKayu

V.2.1PerhitunganPapanLantai

Gambar 7.9Papanlantaijembatan

Tebalpapanlantaijembatanditentukandenganpersamaan:

$$d = \sqrt{\frac{3.\varphi.P.L_{th}}{2.b.F'_b}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \ldots.5.7)$$

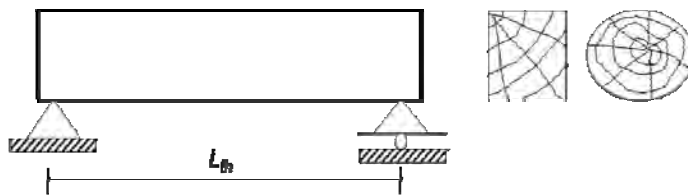
Dimana$d$adalahtebalpapan,φadalahfaktorkejut=1+(20/(50+L_{th}),nilainya(1,4–1,5),Padalahmuatantitikterbesardaritekananrodakendaraan,L_{th}adalahjarakteoritisantarabalok,$b$adalahlebarpapan,danF_b'adalahkuatlenturterkoreksi(tergantungjeniskayu).

Apabilaadalapisanaspaldanberatsendiripapandiperhitungkan,maka:

$$d = \sqrt{\frac{6.M_u}{b.F'_b}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots..\ldots\ldots\ldots\ldots..5.8)$$

Dimana$d$adalahtebalpapan,M_u=M_q+$M_p$adalahmomenterfaktorakibatbebanyan

gbekerja,$M_q$adalahmomenakibatbebanmati(b.saspal+b.spapan),$M_p$adalahmome nakibatmuatantitikterbesardaritekananrodakendaraan,$b$adalahlebarpapan,danF_b ’adalahkuatlenturterkoreksi(tergantungjeniskayu).

V.2.2PerhitunganBalok/Gelagar

Gambar 7.10Balokjembatan

Balok/gelagarjembatankayuharusmemenuhiketentuanberikut:

Berdasarkankekuatan:

$M_u \leq \lambda \phi_b . M'$ ……………………………………………………..5.9)

Dimana$M_u$adal;ahmomenterfaktor,λadalahfaktorwaktu,$\phi_b$adalahfaktortah

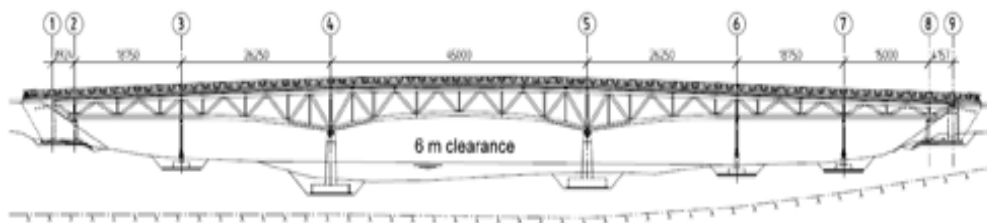
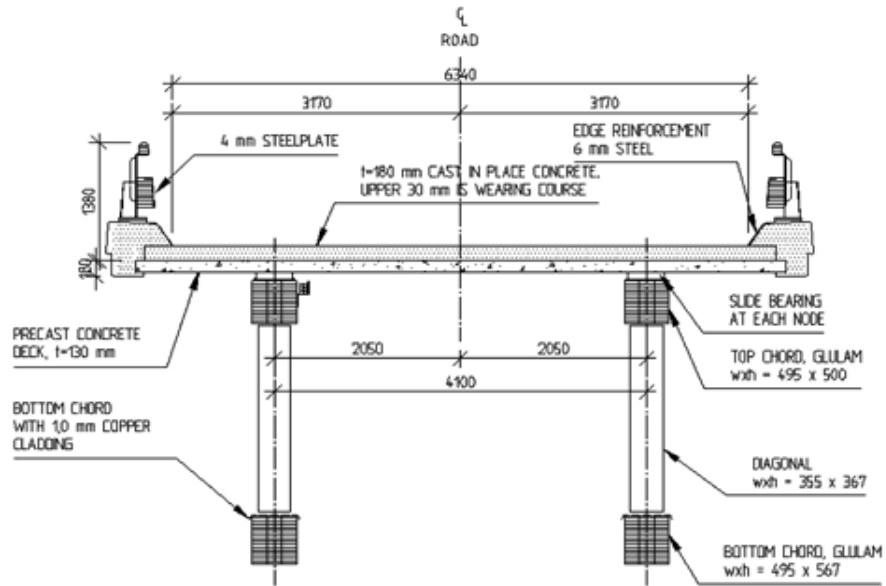
ananlentur,dan*M'*adalahtahananlenturterkoreksi.

Berdasarkankekakuan:

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot L_{th}^4}{E \cdot I} \leq f_{izin} = \frac{L_{th}}{300} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots..5.10)$$

Dimana$f$adalahlendurtanyangterjadiakibatbebanyangbekerja,$q$adalahbeban terbagirata,L_{th}adalahpanjangbentangteoritis,Eadalahmoduluselastisitaskayu,Iad alahmomeninersiapenampang.

V.2.3JembatanKayuBalokLaminasi

Ternyatakonstruksikayudengantekniklaminasitidakterbataspada bangunangedungsepertigambardiatas.DiNorwegiatelahdigunakanuntuk bangunanjembatan,bahkantelahdidesaindapatdilaluikendaraantanktempur. Bayangkantu,merekamenyebutnyasebagaijembatankayuterkuatdidunia.

Gambar 7.11JembatanKayuSungaiRenadiNorwegia,bentang45m

Gambar5.11.PenampangtengahjembatankayusungaiRena

StrukturkayudiSwediaadalahsepertihalnyastrukturdarimaterialyang lain,jadiperalatanyangdigunakanuntukproseskonstruksinyajugatidakmain-mainsepertiyangdipakaipadastrukturbajajuga.

Gambar 7.12Erectionjembatankayulaminasi.

Carapenyambungantiap-tiapelemenmemakaiinsert-steel,yahsepertisambunganbaja,hanyasajatentubagianyangterlemahadalahbagiankayu,sehinggadimensinyaditentukanolehkekuatankayu.Untukkonstruksisepertiini,penggunaanteknologiadhesivesudahbukansesuatuyangasinglagi.

GambarGambar 7.13ProseserectionjembatankayusungaiRena

Ternyatauntukdeck-nyaatasdigunakanpelatbetonprecast(tebal130 mm).Memangsihuntuklantaimakabahanmaterialyangpalingcocoksaatini adalahbeton,mantapdancukupkuat.Menarikjugakhanadastrukturgabungan kayudanbeton,dimanakayudisinimenjadistrukturutama.Perhatikancara pemasanganlantaiprecastnyasebagaiberikut.

Gambar 7.14Pemasanganlantaiprecastdiatasjembatankayu.

Jikamelihattulangandiatasdeckprecasttersebut,makaitumestinya

tulangangeseryangdiatasnyaakandicorbetonlagi,semacamtoppingbegitu.

Jaditotaltebalbetonprecastdancast-in-situadalahsebesar310mm.Maklum

bebanrencanakhankendaraantanktempurmiliktentaraNorwegia.

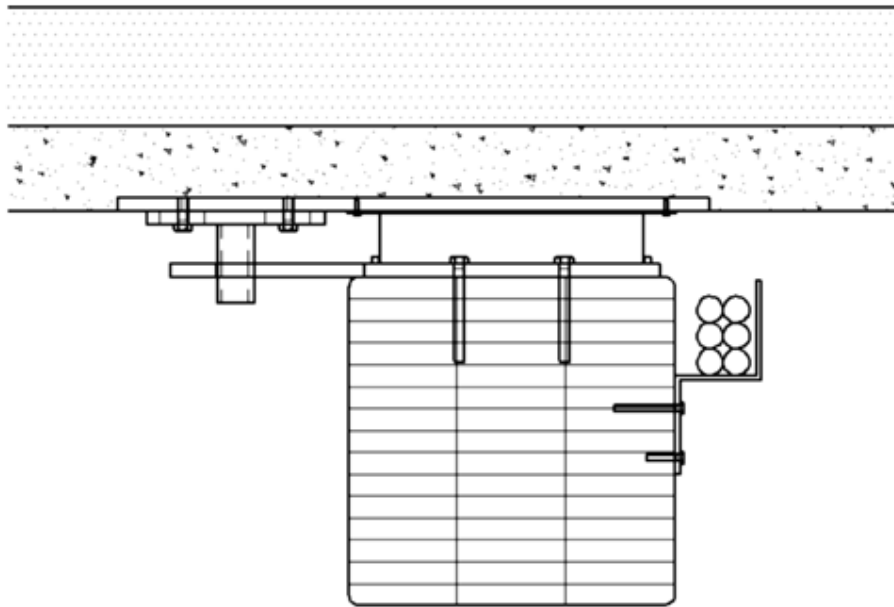
Halmenarikyangperludilihatadalahdetailsambunganprecastdeckke

elemenkayulaminasibagianatas.Darigambar7diatasdapatdiketahuibahwa

sistemsambunganprecastdeckdankayuadalahtidakmenyatu,merekabisa

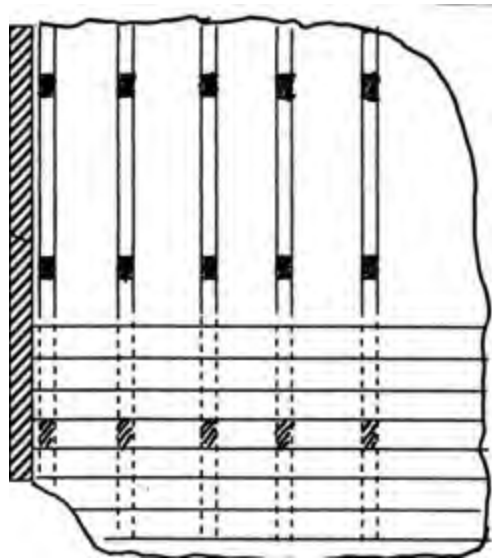
bergeser.Inipentinguntukantisipasikembangsusutkeduabahanyangberbeda.

Inihebatnyaperancanganstrukturyangmerekabuat.Maulihatdetailhubungan

deckdankayu,adalahsbb:

Gambar 7.15Detailsambunganprecastdeckdankayulaminasiatas.

Perhatikanadabagianyangdapatmenyebabkanprecastdeckberdeformasitidak samadengankayunya.Jadiketikaterjadikembangsusutpadadeck,tidak menyebabkantimbulnyateganganakibatefectrestraintpadarangkakayu.Yah miripsepertistrukturstatistertentubegitu,yaitutidakdipengaruhiolehterjadinya deformasi.

Gambar 7.16JembatankayusungaiRena,Norwegia

V.3Bekisting

Gambar 7.17.Denahbekisting

Untukperhitunganperencanaanbekistingdiperlukandata-datasebagai

berikut:

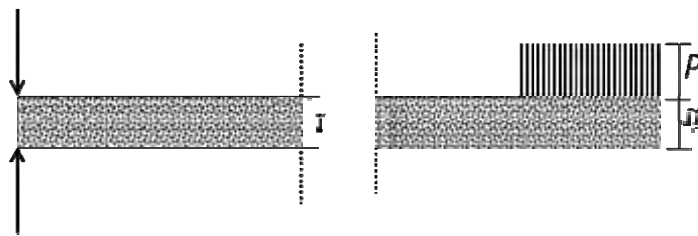
- Tebalplatbeton
- Beratjenisbeton
- Jeniskayuyangdigunakan

Padaperhitunganbekisting,diperhitungkanbeban-bebansebagaiberikut::

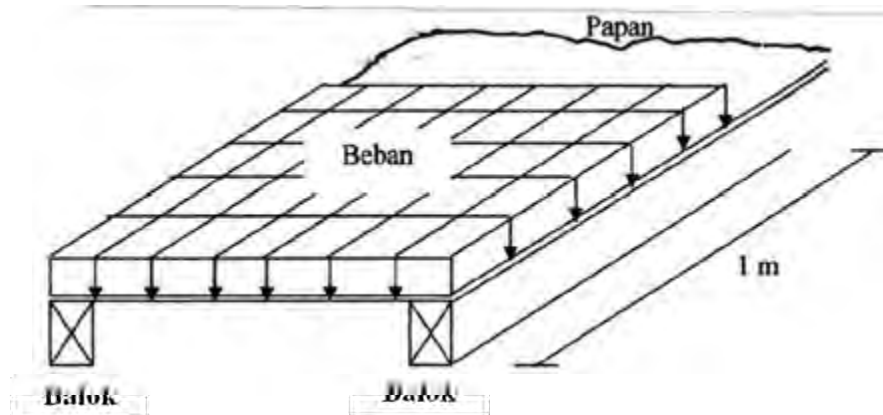
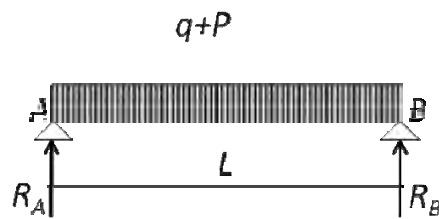
a.Bebanmati,yaituberatsendiribeton(q)

b.Bebanhidup,yaitubebanorang-
orangyangbekerjadiatasplatsertatumpukanadukanbetondangerobak(P=500kg/m^2).

Bebantotaldiatasperancahadalahbebantetapditambahbebansementara

(q+P).

Gambar 7.18Pembebananpadabekisting

Beratsendiriperancahdiabaikan.

V.3.1PerhitunganPapanPerancah

Gambar 7.19Pembebananditinjauuntuksebuahjalurselebar1meter

Gambar 7.20Pembebananpadapapan

Reaksiperletakan:

$R_A = R_B$=½.(1,2.q+1,6.P).L……………………………………5.11)

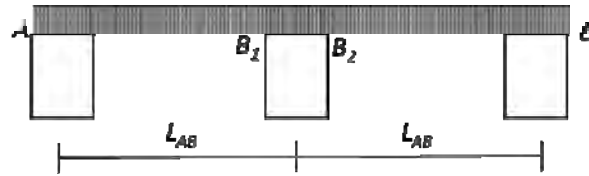
Momenterfaktor:

M_U=1/8.(1,2.q+1,6.P).L^2……………………………………..5.12)

Perhitungandimensipapan,untuklebar1meter,memenuhiketentuan perhitunganbaloklentur.Faktorlayanbasahuntukpapankayu,C_M=0,85.

V.3.2PerhitunganBalok

Balokharusmendukungpapan.Bebandiatasbalokdiperolehdarijumlah gaya-gayareaksidariduabentangyangberdekatan.

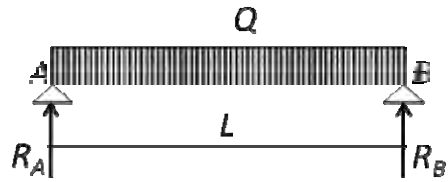
q+P

Gambar 7.21Pembebananpadabalok

Reaksiperletakan:

$R_{B1}=R_{B2}=\frac{1}{2}.(q+P).L$…………………………………………5.13)

$Q=(1,2.q+1,6.P)$…………………………………………….5.14)

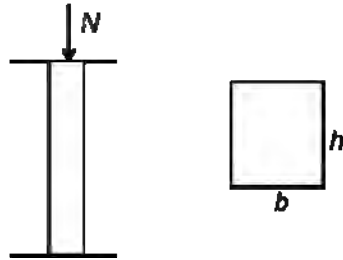
*Q*samadenganbebandaritengah-tengahbentangdariduabentangyang

bedekatan.

Gambar 7.22Reaksipadabalok

$R_A = R_B = ½.Q.L$…………………………………………….5.15)

Momenterfaktor:

$M_U = 1/8.Q.L^2$……………………………………………….5.16)

V.3.3PerhitunganKayuPenyanggah

Gambar 7.23Pembebananpadakayupenyanggah

Gayanormalyangdiperhitungkanadalah:

N=q.A.pengaruh……………………………………………….5.17)

Dimana*q*adalahbebanmatiakibatberatbeton+bebanhidupakibatberatorang,

*A*adalahluaspengaruhpadatiangpenyanggah.

Perhitungandimensitiang,memenuhiketentuanperhitunganbatangtekan.

$u \leq \phi P \lambda c . P'$ ……………………………………………...………5.18)

Jari-jarigirasi;

$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}}$ ……………………………………………………….. .5.19)

dani_x=0,289.h(untukpenampangempatpersegi)

Nilaikelangsinganbatang:

$\frac{K_e . L}{i} \leq 175$ ……………………………………………………5.20)

x

Tahanantekanbatangterkoreksi:

$$P' = C_p . P'_o = C_p . A . F_c' \qquad \text{…………...…………………..……..5.21)}$$

Faktorkestabilanbatangtekan

$$C_p = \frac{1 + \alpha_c}{2c} - \sqrt{\left(\frac{1 + \alpha_c}{2c}\right)^2 - \frac{\alpha_c}{c}} \qquad \text{……………………………..….5.22)}$$

$$\alpha_c = \frac{\phi_s \cdot P_e}{\lambda \cdot \phi_c . P'} \qquad \text{……………...…………………………………….5.23)}$$

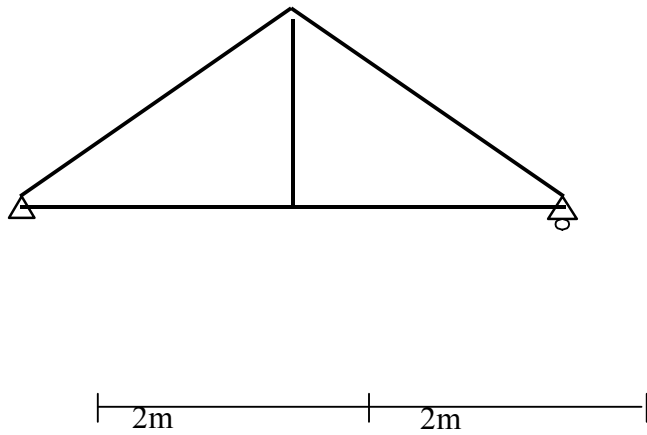
o

Tahanantekukkritis(Euler):

$$P_e = \frac{\pi^2 . E'_{05} . I}{(K_e . L)^2} = \frac{\pi^2 . E'_{05} . A}{\left(\frac{K_e . L}{r_x}\right)^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots.. \quad 5.24)$$

V.4Contoh-ContohSoaldanPembahasan

Soal1. Tentukankekuatangordingkuda-kudakayuuntukbangunanrumah

sederhanasepertipadagambar.KayuyangdigunakankodemutuE25denganBJ.0,9d anukurankayu5/7. Jarakgording1mdanjarakkuda-kuda2m.PenutupatapsenggelombangBWG.24.

Gambar5.24Rangkakuda-kudacontohsoal1.

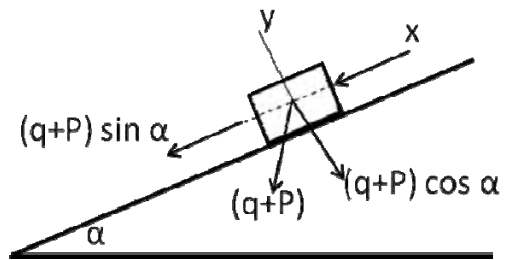
Penyelesaian:

Pembebanangording.

- Bebanmati.

Beratpenutupatap	:10x1	=10	kg/m
Beratgording	:0,05x0,07x900	=	3,15kg/m

q=13,15kg/m

- Bebanhidup(P) : =100 kg

Gambar 7.24Pembebananpadagordingcontohsoal1

Momen-momenyangterjadi:

Akibatbebanmati:

M_x=1/8.$qsin\alpha.L^2$=1/8.13,15.sin30.2^2=3,2875kgmM_y=1/8.qco $s\alpha.L^2$=1/8.13,15.cos30.2^2=5,6941kgm

Akibatbebanhidup.

$M_x = 1/4.P sin\alpha.L^2 = ¼.100.sin30.2^2 = 50$ kgm

$M_y = 1/4.P cos\alpha.L^2 = ¼.100.cos30.2^2 = 86,6025$ kgm

Kontrolteganganlentur:

$$\sigma_{lt} = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \le \sigma_F$$

$$\sigma_{tt} = \frac{532875}{40833,33} + \frac{92296}{29166,67} = 44,69 \le 67 \longrightarrow ok$$

Kontrollendutan:

$$f_x = \frac{5}{384}.\frac{q_x.L^4}{E.I_x} + \frac{1}{48}.\frac{P_x.L^3}{E.I_x} \le f_{izin} = \frac{1}{200}.L$$

$$f_x = \frac{5}{384}.\frac{0,131.sin\,30.2000^4}{25000.1429166,67} + \frac{1}{48}.\frac{100.sin\,30.2000^3}{25000.1429166,67} = 2,7mm < 10mm \rightarrow ok$$

$$f_y = \frac{5}{384} \cdot \frac{qL^4}{E.I_y} + \frac{1}{48} \cdot \frac{P.L^3}{E.I_y} \leq f_{izin} = \frac{L}{200}$$

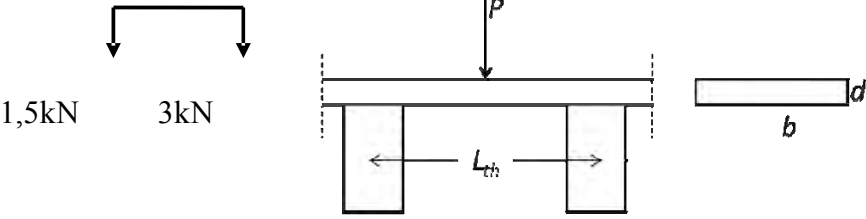
$$f_y = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,131.5.\cos 30.2000^4}{25000.729166,67} + \frac{1}{48} \cdot \frac{1100.\cos 30.2000^3}{25000.729199,67} = 9,22\,mm < 10\,mm \rightarrow ok$$

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \leq f_{izin}$$

$$f = \sqrt{2,7^2 + 9,22^2} = 9,61\,mm < 10\,mm \longrightarrow ok$$

Soal2.Suatukonstruksijembatankayudenganpanjangbentang5mdengan

bebankendaraansepertipadagambar,lebarpapan30cmdanjarakantarabalok

50cm.KayuyangdigunakanmutuAdarikodemutuE25denganberatjenis0,9.Tentukantebalpapanlantaidandimensibalok/gelagar.

Gambar 7.25Jembatankayucontohsoal2

Penyelesaian:

Tebalpapanlantai.

L_{th}=50+0,05.50=52,5cm

Φ=1+(20/(50+5,25))=1,36≈1,4

KayumutuAdarikodemutuE_{25}:F_b=67MPaFaktorla

yanbasah:CM=0,85(lantaipapankayu)

Kuatlenturterkoreksi:F_b'=67.0,8.0,85=45,56MPa

$\sqrt{\Gamma}$

3..P.

L_{th}

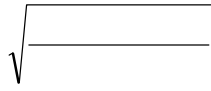
d□

2.b.

F_b'

d□ 3.1,4.3000.525

2.300.45,56

$\sqrt{}$

Tebalpapanlantaidalamprakteknyaadalah16+1=17mmatau1,7cm

Dimensibalok/gelagar.

Beratsendiripapanlantai:q=0,017.0,3.900=4,59kg/m=45,9N/m

Beratsendiribalokdiabaikan

Bebanterpusatakibattekananrodakendaraanmaksimum$P$=3kN

Bentangrencana:L_{th}=5+0,05.5=5,25m

Momenterfaktor:

M_u=1,2(1/8.45,9.5,25^2)+1,6(1/4.3000.5,25)

M'=F_b'.W.Cf=45,56.W.1,4=63,78W

Tahananlenturterkoreksi:

Penampangempatpersegi:Cf=1,4

=6489,77Nm

=6489770Nmm

Momenlentur:

$M_u \leq \lambda . \phi_b . M'$

Faktorwaktu:λ=0,8

Faktortahananlentur:ϕ_b=0,85648977

0≤0,8.0,85.63,78W

$W \geq$6489770/(0,8.0,85.63,78)$W \geq$

149636mm^3

Penampangempatpersegi,asumsi:$h=2b$$W \geq$

1/6.$b.h^2$

$W \geq$1/6.$b.(2b)^2$$W \geq$2

/3b^3

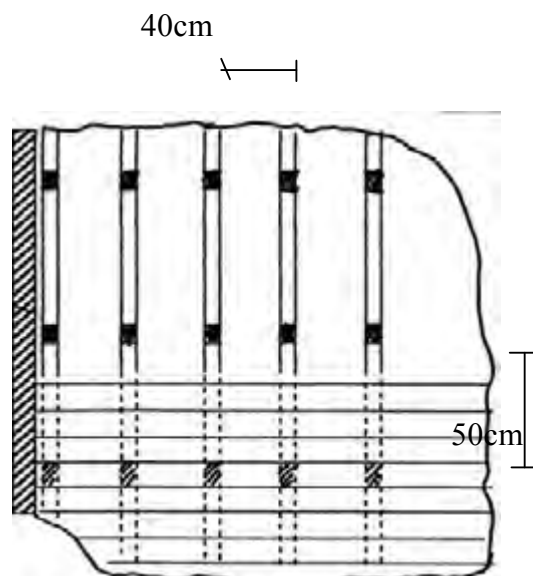
2/3$b^3 \geq$149636

b=60,77≈70mm

h=70.2=140mm

Jadiukuranbalok/gelagarkayuyangdipakaiadalah7/14

Soal3.Pengecoransuatuplatlantaibetondengantebal12cm,beratjenisbeton2,5t/m^3 .UntukbekistingdigunakankayudarikodemutuE15,dengandenahsepertipadagambar.Tentukanukuranpapan.Balok,dantiangpenyanggahuntuk

tinggi3m.

Gambar 7.26Denahbekisitingcontohsoal3.

Penyelesaian:

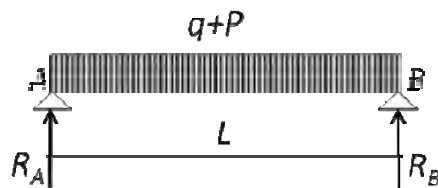
Beratsendiriplat:q=0,12.2,5=0,3t/m^2=300kg/m^2

Tumpukkanadukanbetondangerobak:P=500kg/m^2

Beratsendiribekistingdiabaikan.

KayukodemutuE15:E_w=15000MPa,F_b=35MPa,F_c=36MPa,F_v=5,3MPa

Perhitunganpapanperancah,untukselebar1m

Reaksiperletakan:

R_A=R_B=½((1,2.300)+(1,6.500)).0,4=232kg

Momenterfaktor:

M_u=1/8.((1,2.300)+(1,6.500)).0,4^2=23,2kgm=232000Nmm

Tahananlenturterkoreksi:

Faktorlayanbasah:CM=0,85(papankayu)

Penampangempatpersegi:Cf=1,4

$M'=F_b'.W.Cf=(35.0,85).W.1,4=41,65W$

Momenlentur:

$M_u \leq \lambda.\phi_b.M'$Fa

ktorwaktu:λ=0,8

Faktortahananlentur:ϕ_b=0,8523

$2000 \leq 0,8.0,85.41,65W$

$W \geq 232000/(0,8.0,85.41,65)$

$W \geq 8192 mm^3$

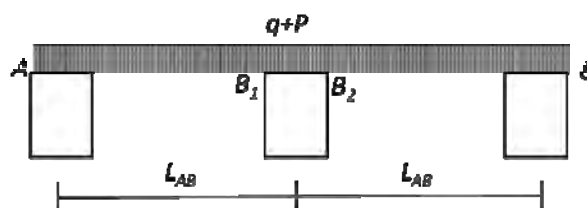
Penampangempatpersegi,asumsi:b=1m

$W \geq 1/6.b.h^2$

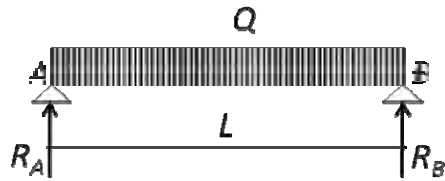
$8192 \geq 1/6.300.(h^2)$

$h \geq 12,8 \approx 13 mm$

Jaditebalpapankayuuntukselebar1madalah1,3cm

Perhitunganbalok

Reaksiperletakan:

$R_{B1}=R_{B2}=½.(q+P).L$=½(300+500).=400kg/m

$Q=(1,2.q+1,6.P).L$=(1,2.300)+(1,6.500).0,4=464kg/m

$R_A=R_B$=½.Q.L=½.464.0,4=92,8kg

Momenterfaktor:

M_U=1/8.Q.L^2=1/8.464.0,4^2=9,28kgm=92800Nmm

Tahananlenturterkoreksi:

Faktorlayanbasah:CM=0,85(balokkayu)

Kuatlenturterkoreksi:F_b'=35.0,85=29,75MPa

Penampangempatpersegi:Cf=1,4

$M'=F_b'.W.Cf$=29,75.W.1,4=41,65W

Momenlentur:

$M_u \le \lambda.\phi_b.M'$Fa

ktorwaktu:λ=0,8

Faktortahananlentur:ϕ_b=0,859

2800≤0,8.0,85.41,65W

W≥92800/(0,8.0,85.41,65)

W≥3277mm^3

Penampangempatpersegi,asumsi:$h=2b$

$W \geq 1/6.b.h^2$

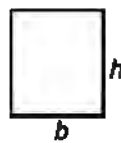
$W \geq 1/6.b.(2b)^2$

$W \geq 2/3b^3$

$2/3b^3 \geq 3277$

$b=17 \approx 20$mm

$h=20.2=40$mm

PerhitunganKayuPenyanggah

asumsiukurankayu5/7

Gayanormal:

$N=q.A.pengaru$=464.(0,4.0,5)=92,8kg=928N

Perhitungandimensitiang,memenuhiketentuanperhitunganbatangtekan.

Luas, $A = 5 \times 7 = 35 \text{cm}^2$

Momen inersia, $I = 1/12.b.h^3$

$= 1/12.5.7^3$

$= 143 \text{cm}^4$

Jari-jari girasi:

$$i_x = \sqrt{\frac{143}{35}} = 2,02 cm$$

Kelangsingan batang tekan, untuk K_e teoritis = 0,7

$$\frac{(0,7).(300)}{2,02} \leq 175$$

$103,96 \leq 175 \longrightarrow$ *memenuhi*

Kelangsingan batang tekan, untuk K_e idiil = 0,8

$$\frac{(0,8).(300)}{2,02} \leq 175$$

$118,81 \leq 175 \longrightarrow$ *memenuhi*

Moduluselastisitaslenturpresentilkelima

$:E_{05} = 0,67.(15000) = 10050 MPa$

Faktorkoreksi:layanbasah,C_m=0,67,temperatur,C_t=0,8

$$E_{05}' = 10050.0,67.0,8\ 5386,8 MPa$$

Tahanantekukkritis(Euler)

$$P_e = \frac{\pi^2.(5386,8).(3500)}{\left(\frac{(0,7).(300)}{2,02}\right)^2} = 3836,29 N$$

Tahanantekukaksialterkorekasisejajarpadakealangsinganbatang:

$$P'_o = (3500).(29,75).(0,67).(0,8).(0,63) = 35160,93 N$$

Faktorkestabilanbatang:

$$\alpha = \frac{(0,8).(3836,29)}{} = 0,12$$

$c \quad (0,8).\overline{(0,9).(35169,93)}$

$\sqrt{}$

$$C = \frac{P}{1 \square \square 0{,}12 \;/\; 2.(0{,}8)} \square$$

$\left(1 \square \square 0{,}12\right)^2$

0

,12 □ 2.(0,8)

□ □ □ □ □ □ □

□ 0,8

Gayatekanterfaktor:

$P_u \leq \phi(0,8).(0,9).(0,117).(3500).(29,75)$
$P_u \leq 8771 N$

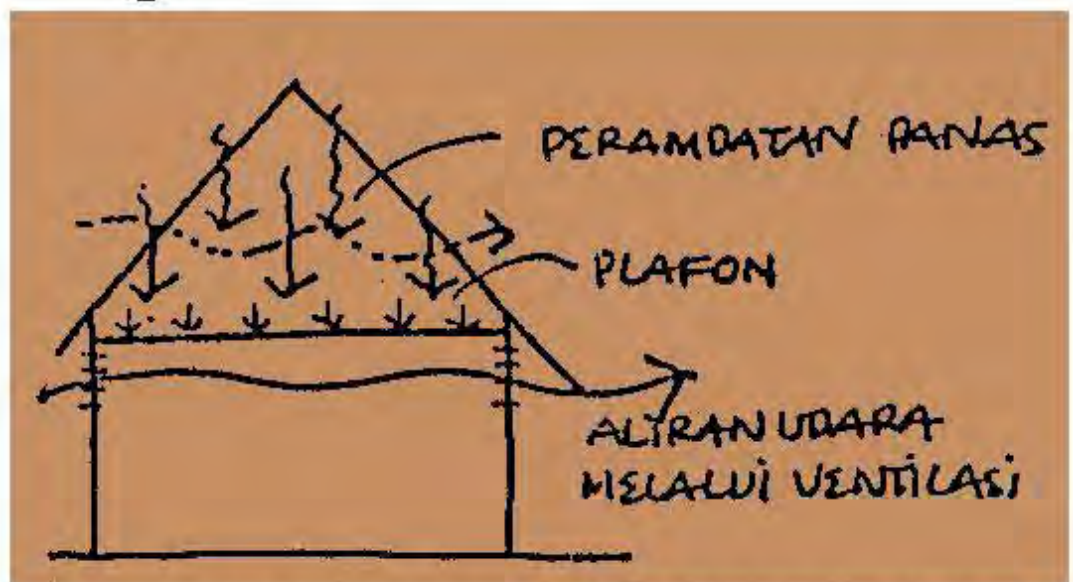
Jadigayatekanyangmampudipikulbatangtekantersebutadalahsebesar8771N

<928N(bebanyangbekerja),berartiukurankayu5/7dapatdipakaiuntuktiang

penyanggah.

C. Plafon (Langit-langit)

Plafondataulangit-langitadalahbagian dari bangunan yangmerupakan pelengkap dari konstruksiatap(pembatasdari bangunan dengan konstruksi atap).Fungsi utamadari plafondadalahsebagai penahanperambatanpanasdari atap.

Fungsi utama plafon

Sumber: Modul KB-1, Jurusan Arsitektur UMB, Oleh: Ir. Susilo, MM.

Padabangunandenganpenutupatapgenteng,masihterdapatbanyak celahyang dapatmengurangi panas.

Padapenutupatapasbes,ronggaatapakan menyerappanas.

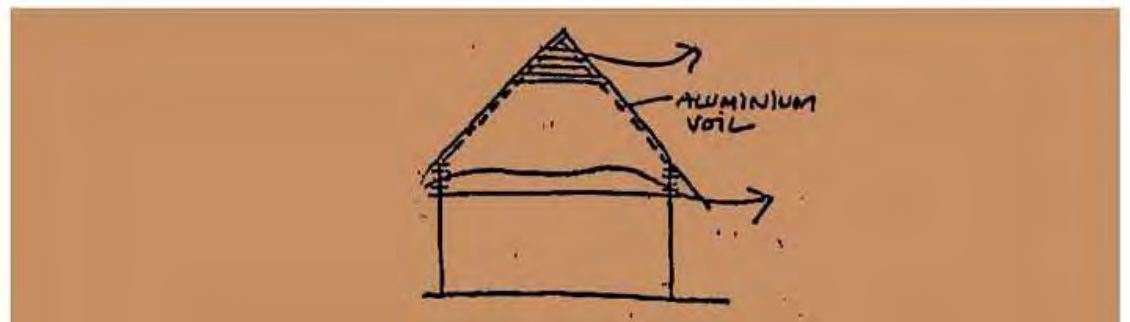
FungsiPlafond

1.Sebagai PeredamPanas

Penggunaanplafonduntukmengurangipanaspadabangunandapatdilakukan dengancara:

-Menggunakan ventilasi (bukaan) pada atap diatas langit-langit dengan menggunakanatapbertingkat,lubangdan atau jendela pada sofi-sofi atau bagianataplainnya.

-Dengan melapisi bagian bawah penutup atap dengan bahan isolasi panas

(misalnya:alumuniumvoil).

Peredam panas

Gambar 7.27 Fungsi peredam panas

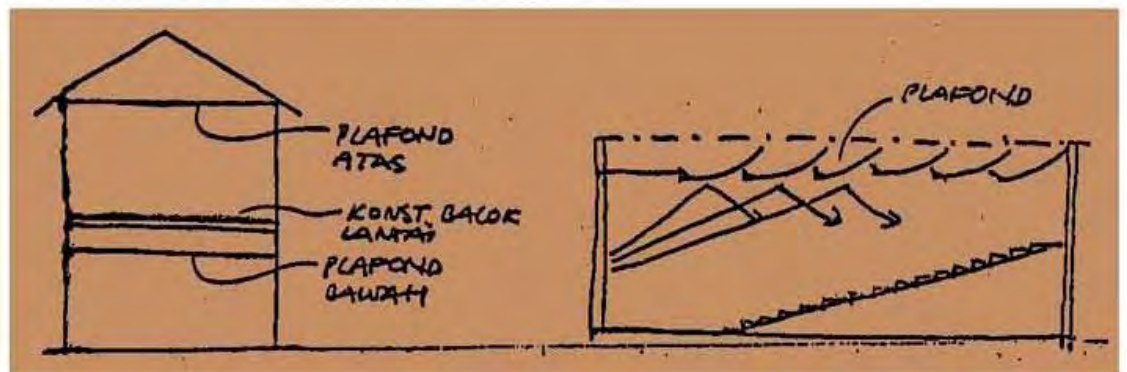
2.Sebagai Akustik(PenahanSuara)

Fungsilangit-langit/plafondsebagaiakustikataupenahansuara yang dimaksudkanadalahsebagai pengatur kondisi suara,penyerapan dan pemantulannya.

-

Penahansuarapadabang
unanbertingkat

-Sebagai akustikpadabangunangedungpertunjukan (teater,bioskop,dll).

Peredam suara dan akustik

Gambar 7.28Peredam suara dan akustik

3.Sebagai Finishing(ElemenKeindahan)

Plafondsebagai elemenkeindahandanfinishingantaralain:

-Elemendekorasidanpembentukruang

-Untukpenempatan titiklampu

-Penutup Instalasilistrik,AC danutilitaslainnya.

Menimbulkan kesan ruang

Gambar 7.29 menimbulkan kesan ruang

Dalamdisaininterior, selainpolalantaiataudinding,makapolaataugaris-garis yang terbentuk pada plafond dapat dipergunakan sebagai pengarah (penunjuk arah).Misalnyapadabangunan musiumyaitupadasirkulasi ruangpamernya. Peninggiandanpenurunanplafonddapatdipergunakanuntukmendapatkankesan ruangyangdiinginkan.

CaraPemasangan/PenempatanPlafond

Plafonddapatditempatkanataudipasangdengancara:

1.Mengikuti kemiringanatapatau menempel padadinding

2.Digantung atau diturunkan sesuai dengan kebutuhan (misalnya untuk:

memenuhi volume ruangataupembentukan ruang)

Tinggiplafondberkisarantara2.80sampai3.00meter.Padabanguna rumah tinggal tingginya minimal 2.40 meter.

Tinggiplafondperlumemperhatikankeberadaanlubangventilasi dan pencahayaan alamiyangmasuksertaintensitasdanjarakpencahayaan(lampu)interioryang ada.

Tinggiplafondberkaitandenganvolume ruangan,yaitudenganstandardkebutuhan udara tiaporang.Kebutuhanperorangmencapai $\pm$15–20 m^3ruang.

Contoh:

Ukurankamartidurminimal yangbaikuntuksatuorangadalah:

PxLxT=3x2x2.80=16.80 m^3

Ukuranuntukduaorangadalah

PxLxT=3x4x2.80=33.60 m^3

KonstruksiPlafond

Konstruksiplafond terdiri dari:

1. RangkaPlafond

2. Penganntungrangkaplafond

3. Bahanpenutupplafond

Adalah rangka langit-langit tempat dimana menempelnya penutup plafond. Biasanyamenggunakanbahanrangka kayu atau logam.Ukurannya disesuaikan dengan:

1. Jarak/dimensi tempatpenggantungnya (rangkaatap,balok,platlantai)

2.
Ukuranbahanpenutupplafondyangdi

gunakan.
Rangkaplafonddapatterbuatdari
bahan:

1. Rangkakayu (kaso4/6atau5/7)

2. Rangkaprofil aluminium

3. Rangkaprofil baja (hollow)

Untuklebihlanjutnyadalammaterimatakuliahini kitaakanlebih memperdalam padapenggunaan rangkaplafondkaso.

<u>BahanPenutupPlafond</u>

Bahan penutup plafond adalah bahan yang digunakan untuk menutup rangka plafond.Adaberbagai macambahanuntukpenutupplafond,antaralain:

1. papan tripleks,tebal 4–6 mm,ukuran240x120cm

2. asbes3mm

3. akustiktile/softboard15mm

4. gypsumboard,tebal 10–12 mm,240x120cm

5. aluminium

6. papan/kayu,biasanyadigunakankayuberwarnaterang(ramin,dsb.)tebal

10–14 mm,panjangmaksimal 4m

7. hardboard

8. AnyamanBambu

PenggantungRangkaPlafond

Berupabalokpenggantungyangberfungsimemperkuatrangkaplafo ndagartidak melendutatau jatuh.Rangkaplafonddapatbertumpuatau menggantungpada:

1. Gording

2. Kuda-kuda

3. Balokutama rangkaplafond6/12 (dipasangpadabentangterpendek)

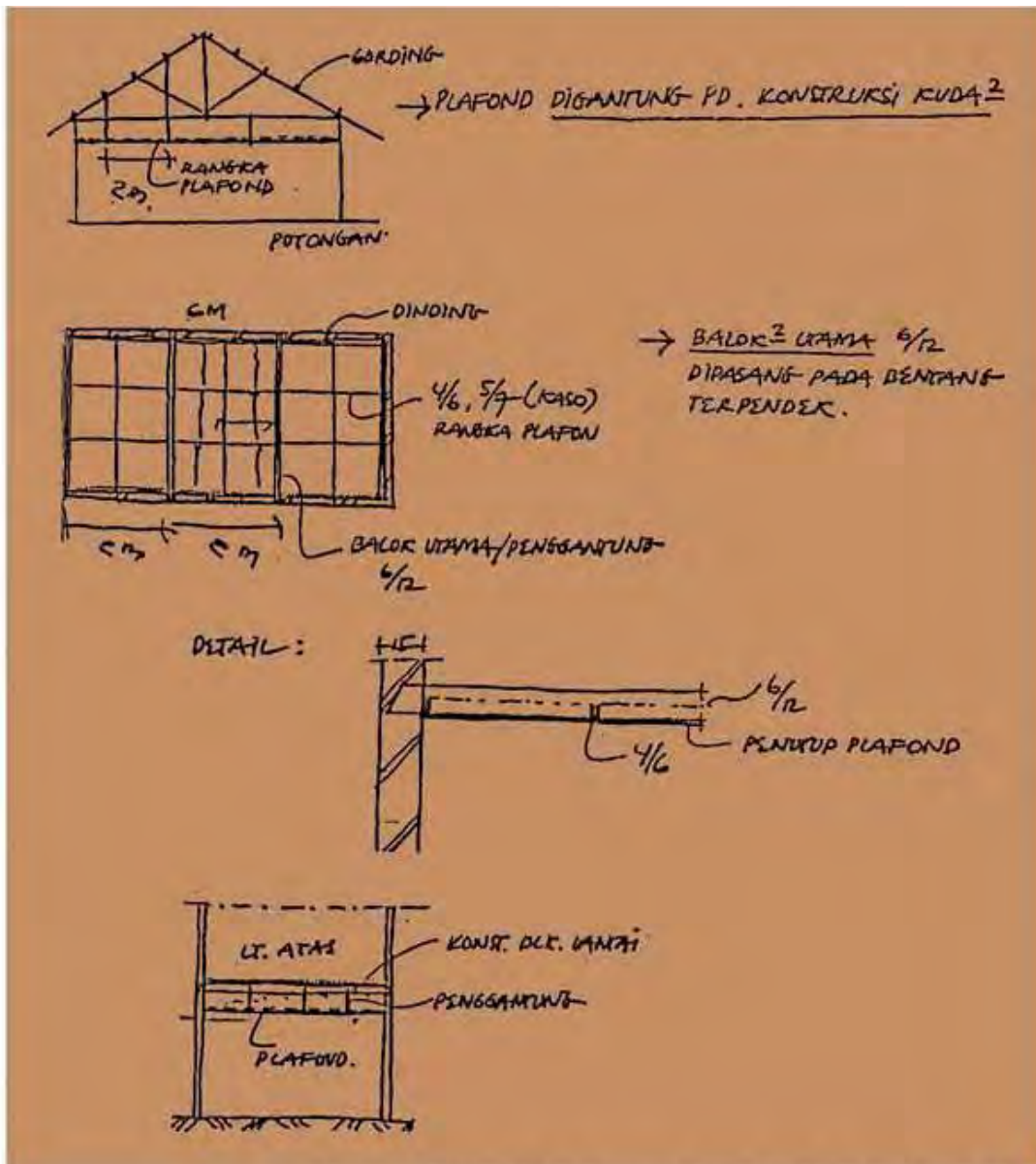
4. Balokkonstruksidanatauplatlantai (bangunanbertingkat)

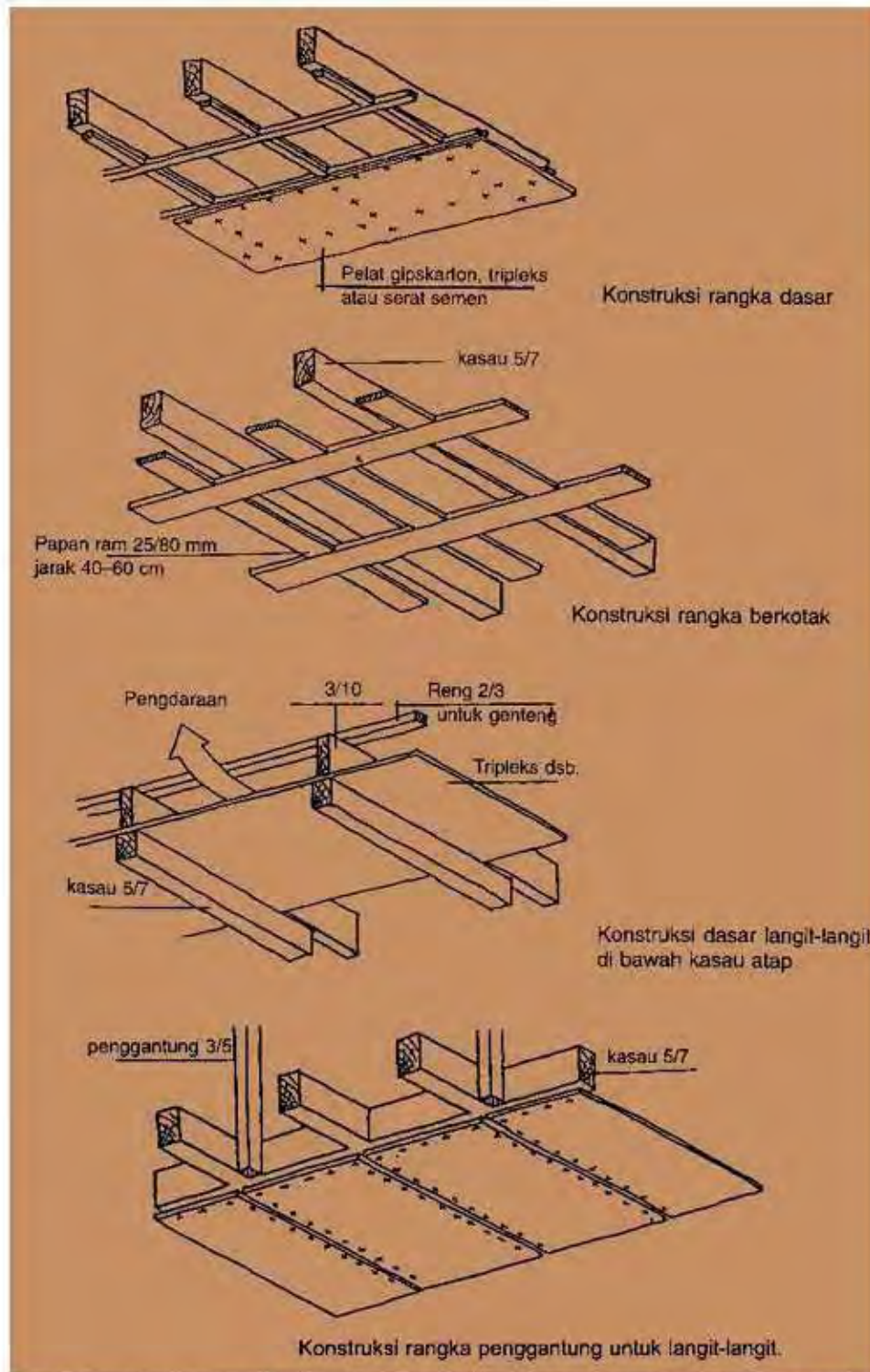
Balokpengantungdapatberupa:

1. Kayukaso5/7atau3/5

2. kawatbaja

3. Profil baja/aluminium(hollow,profil L,T)

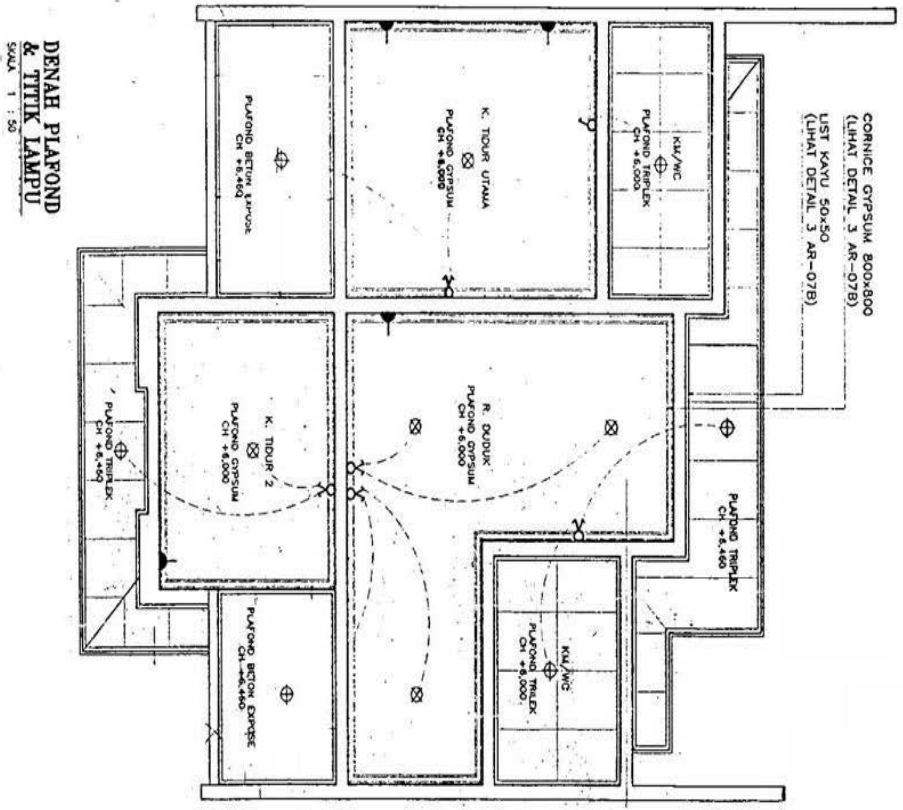
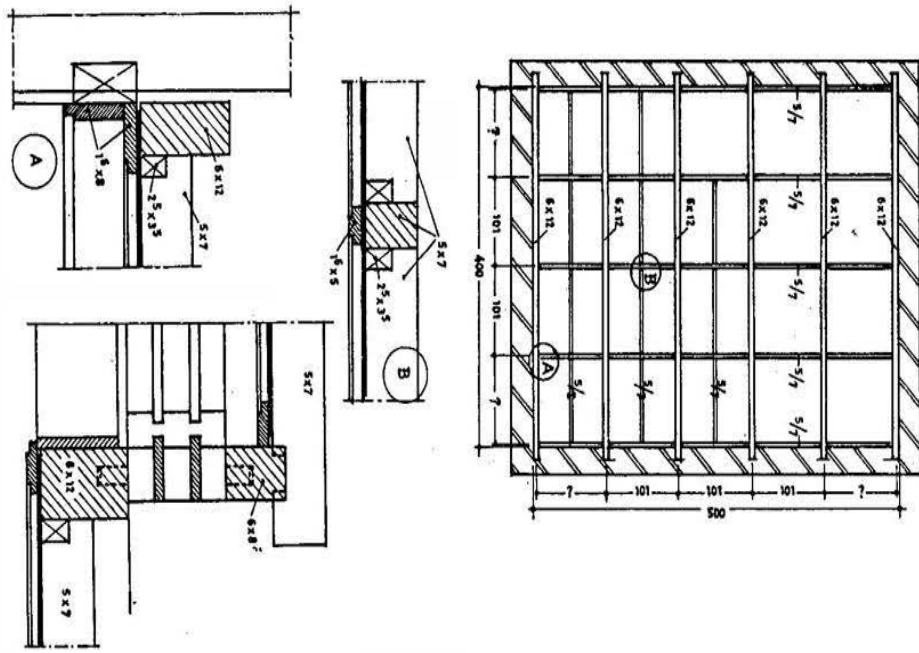
Susunan plafond 1

Sumber: Modul KB-1, Jurusan Arsitektur, Oleh: Ir. Susilo, MM.

Gambar 7.30Susunan plafond 1

Susunan Plafond 2

Sumber: Heinz Frick & Pujo L.S., Ilmu Konstruksi Struktur Bangunan, Kanisius - Univ. Soegijapranata

Gambar 7.31 Susunan Plafond 2

PerencanaandanDetailPlafond

Penggambaranrencana(gambarkerja)plafondmeliputigambarrencanaplafond dandetail plafond.

Gambar 7.32 Contoh gambar rencana plafond

Gambar 7.33 Gambar rencana plafond

RencanaPlafon

Dalam pembuatan rencana plafond (atau terkadang disebut sebagai rencana rangkaplafondataudenahplafond)hal-hal yangharusdiperhatikanadalah:ukuranbahanyangdipergunakannya terhadapluasan ruangannya.

1.Untukbahan penutup dengan tripleks,sebaiknya menggunakan ukuran dengankelipatan30cmagardapatefisien dalampenggunaan bahan. Misalnya:1.20x1.20

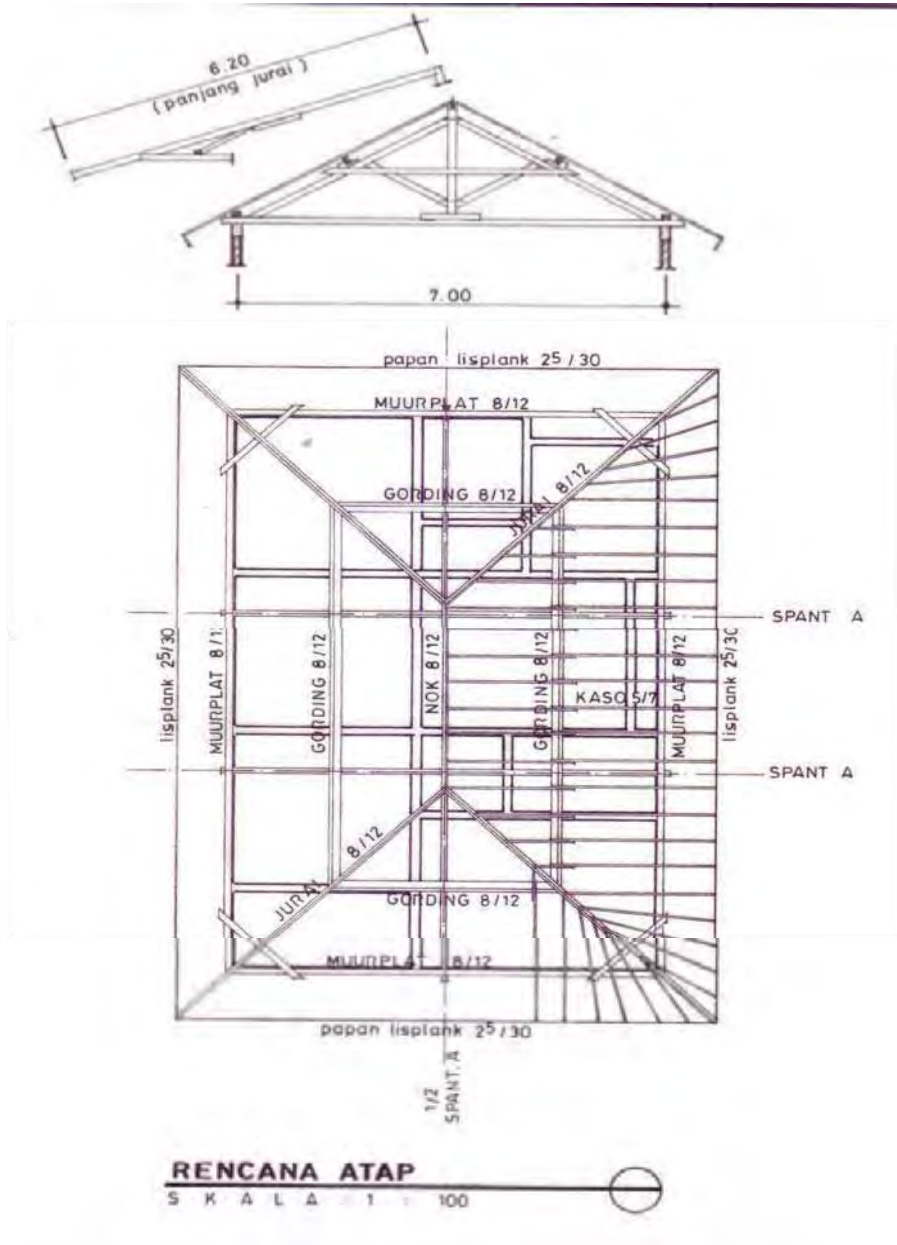
2. Untukbahan penutup dengan asbes,untukefisiensi bahan menggunakan ukuran1.00x1.00atau1.00x0.50

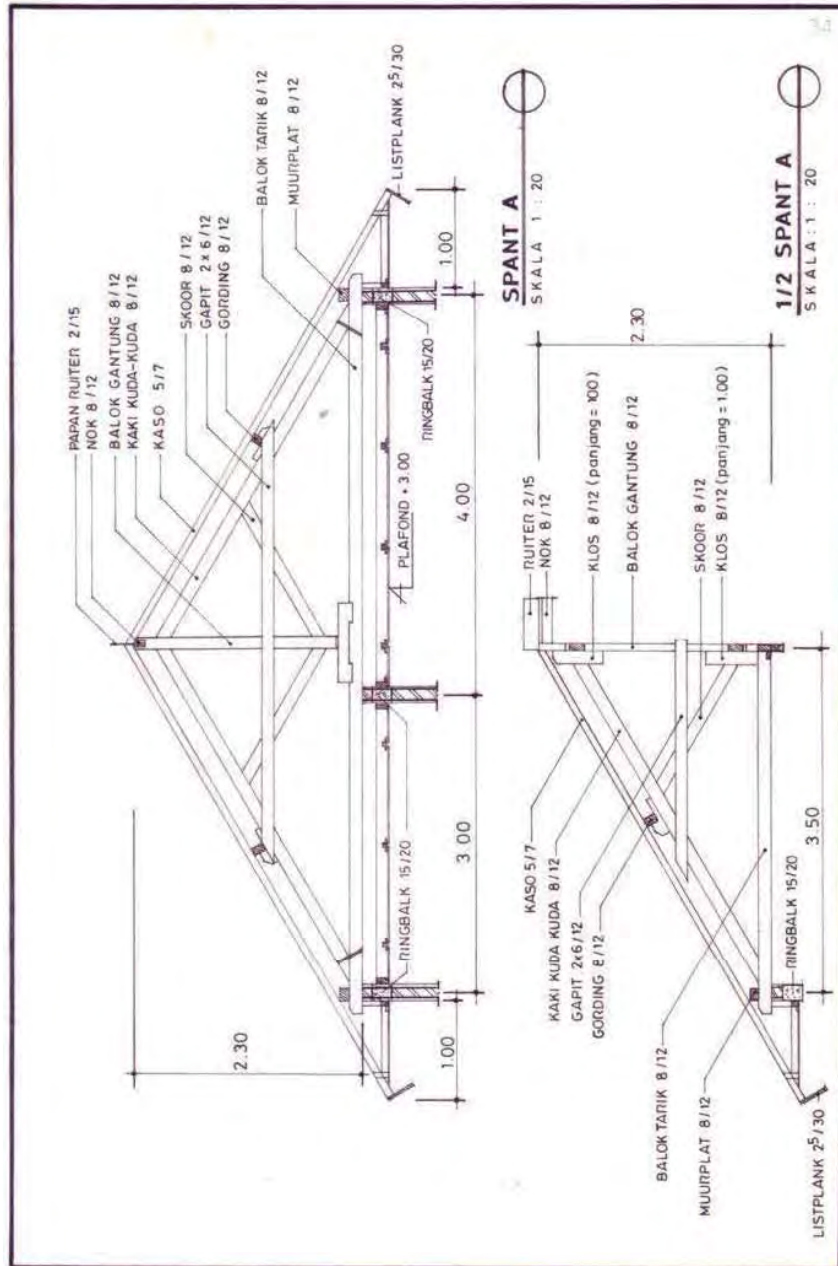
Padagambarberikutditunjukkancontohpembuatangambarre ncanaplafond.

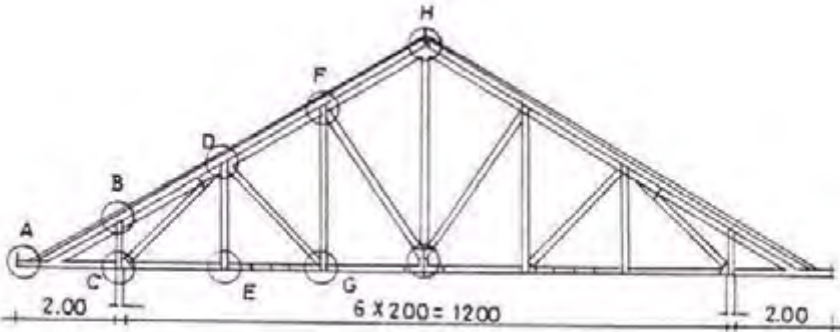
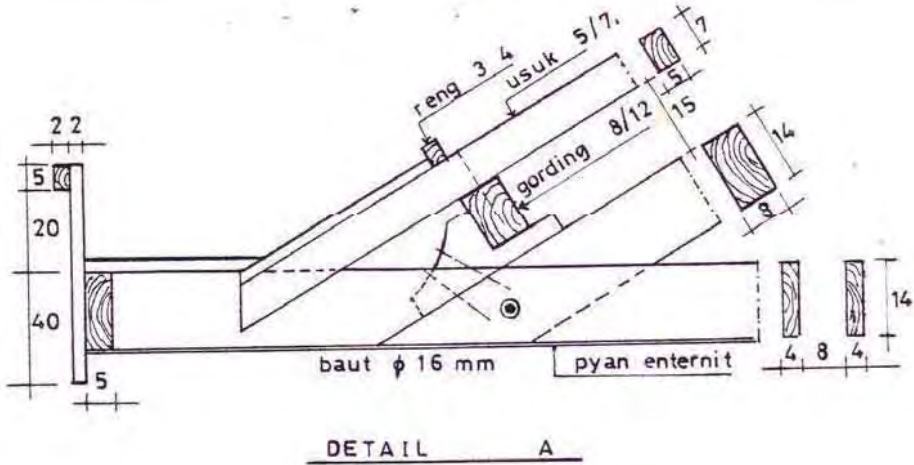
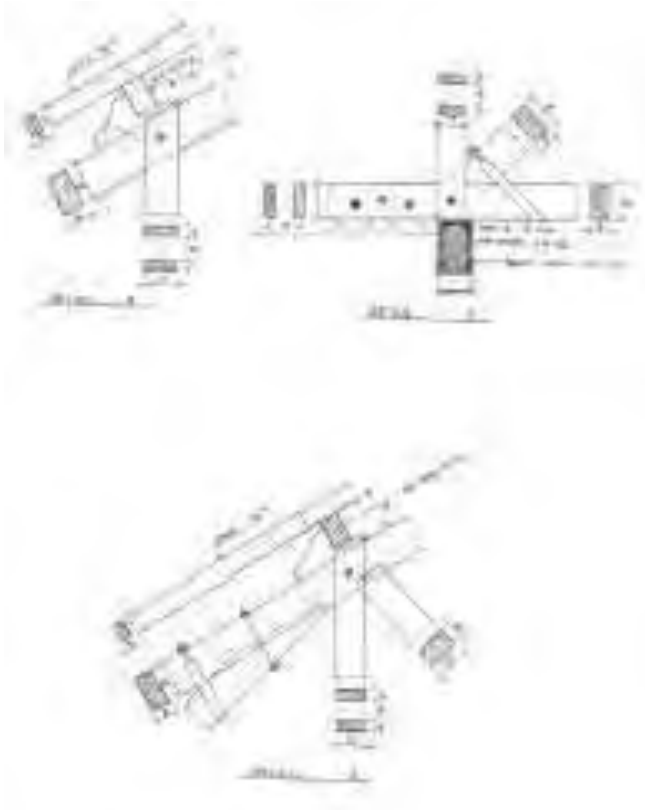
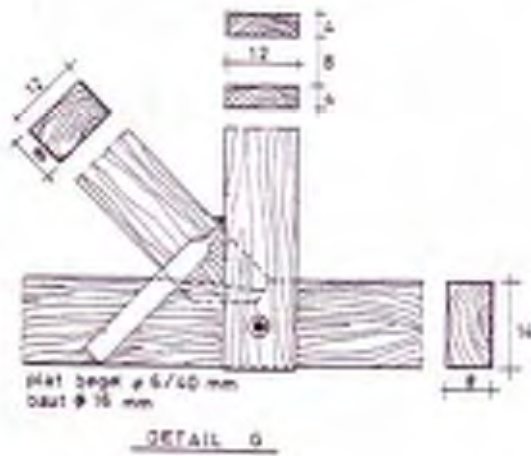
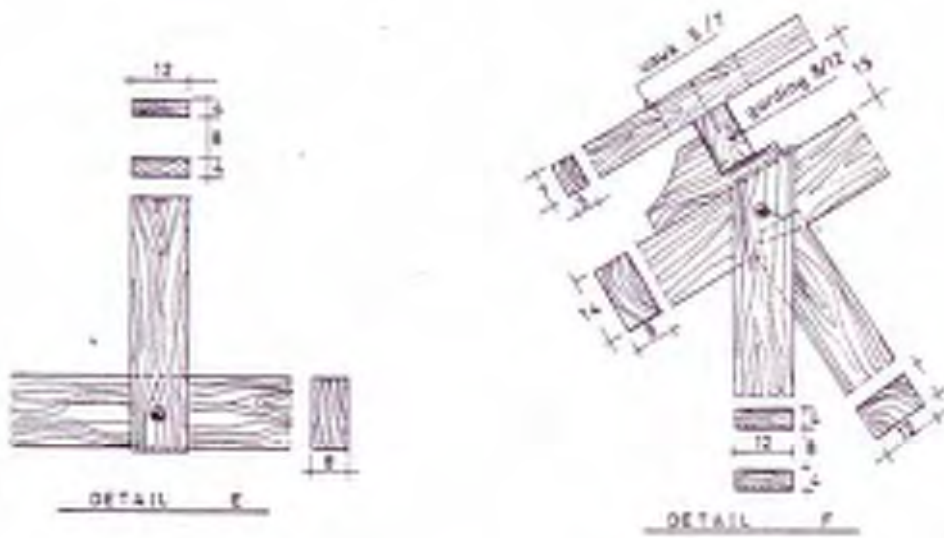
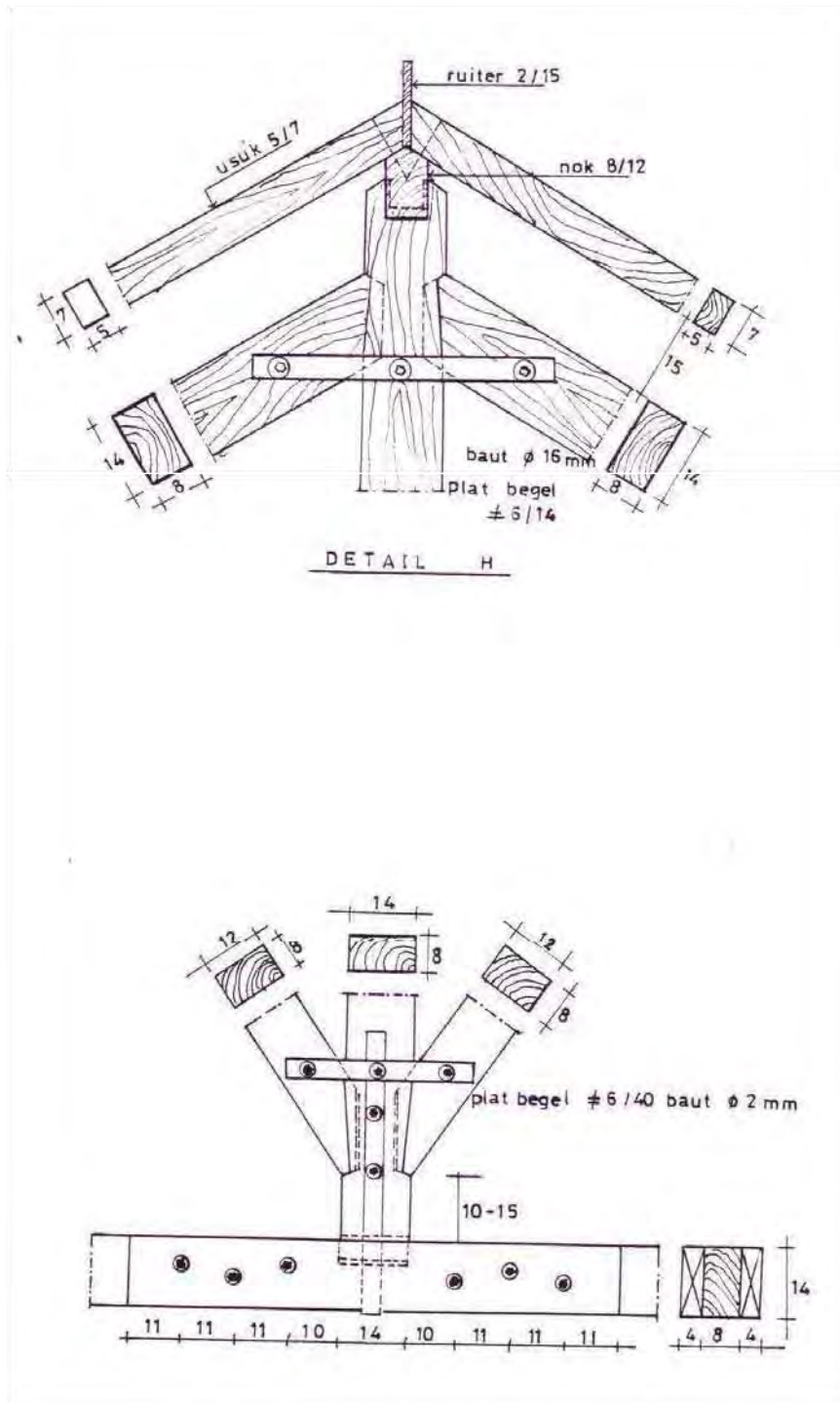
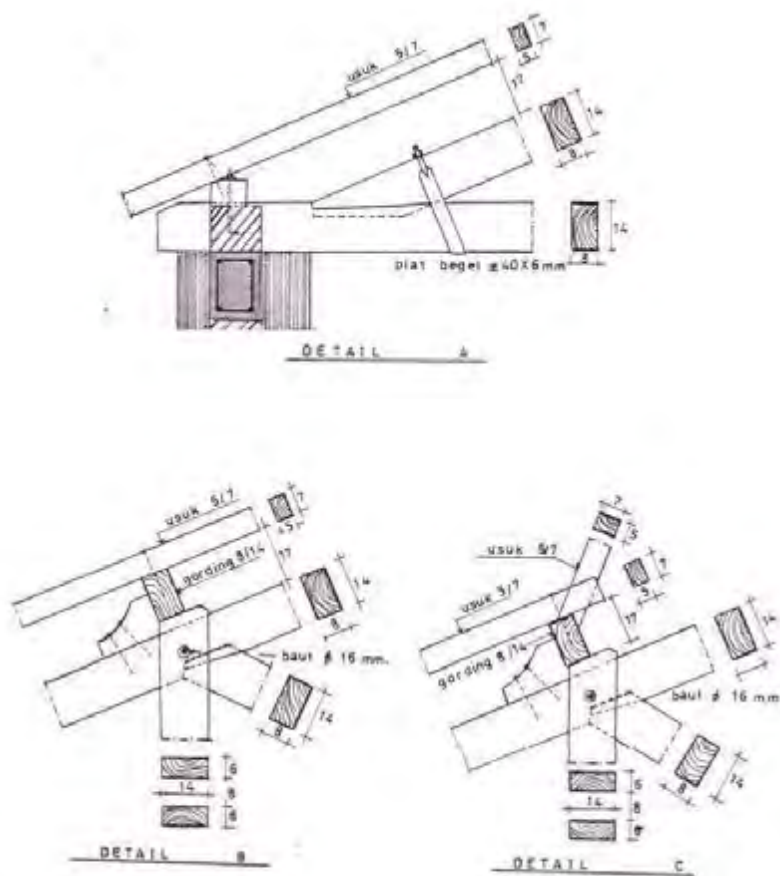
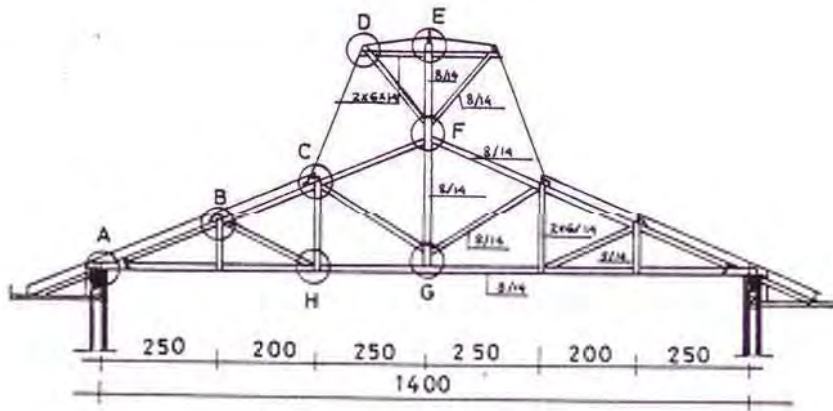
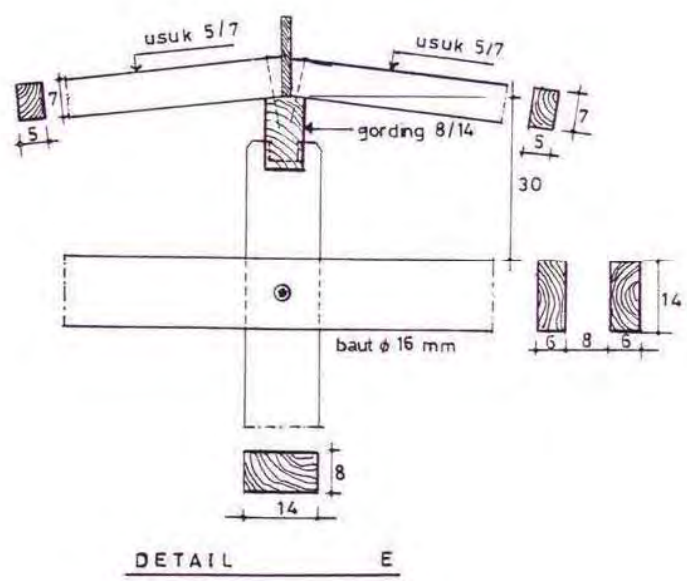
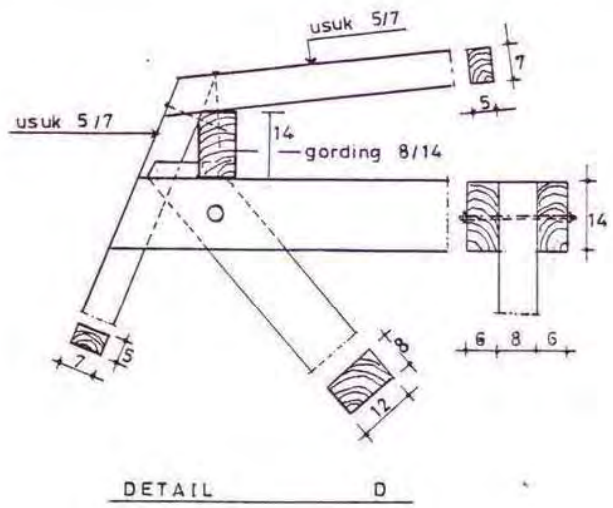
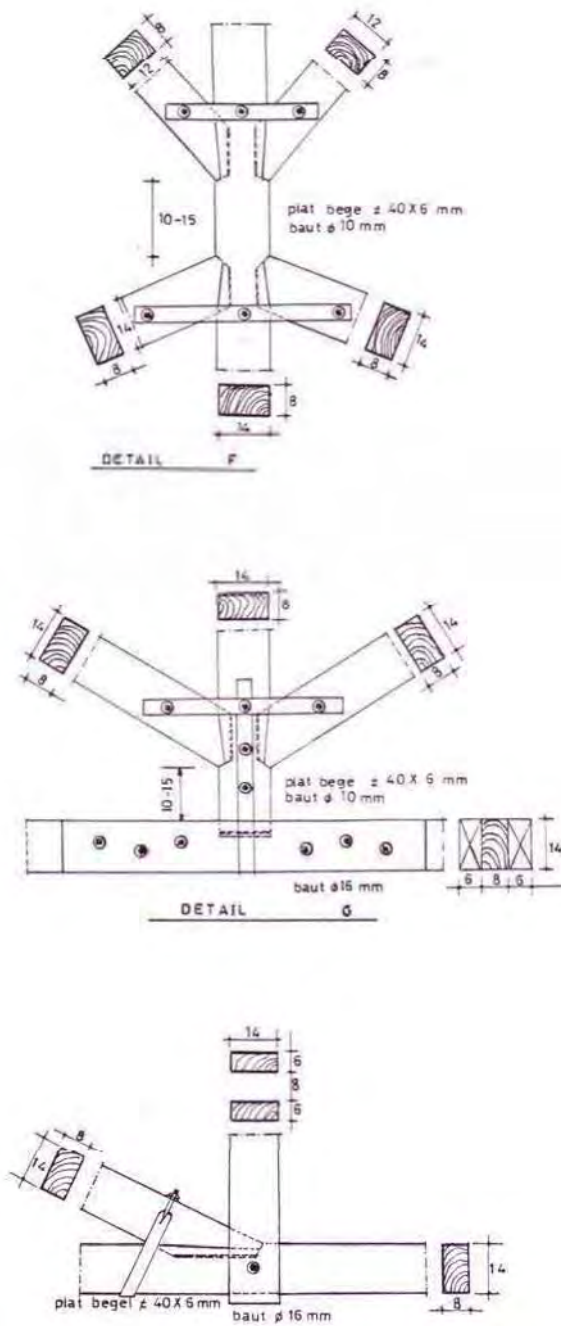
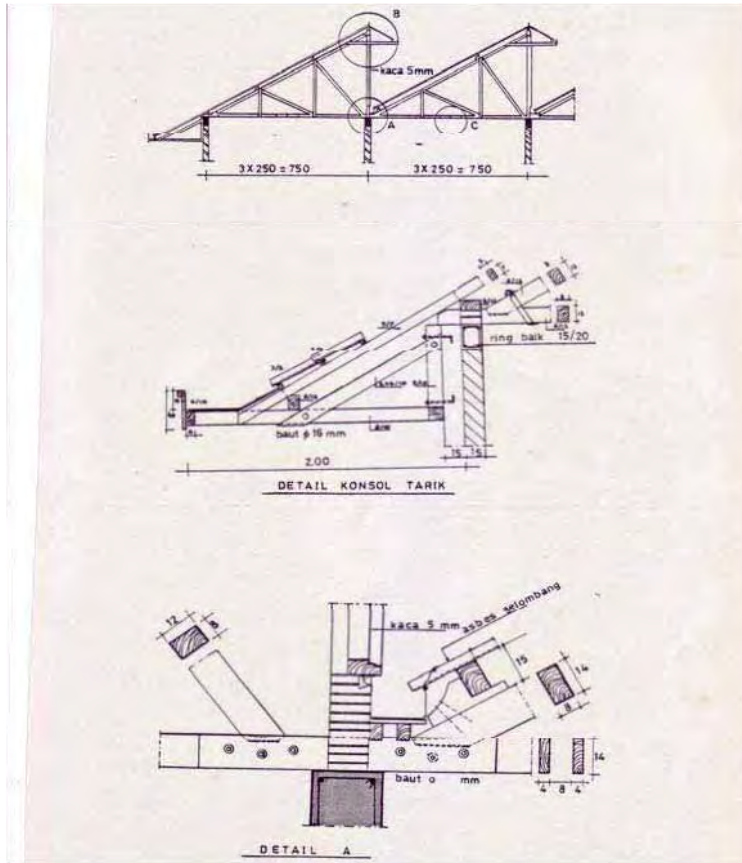
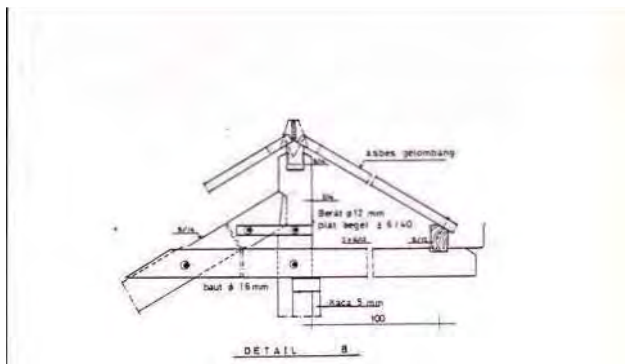
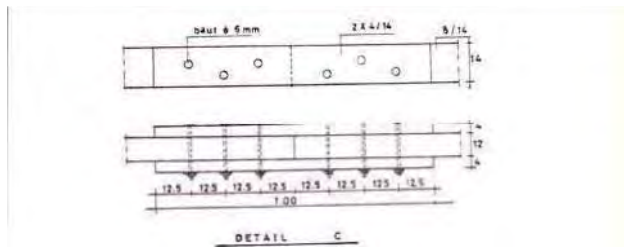
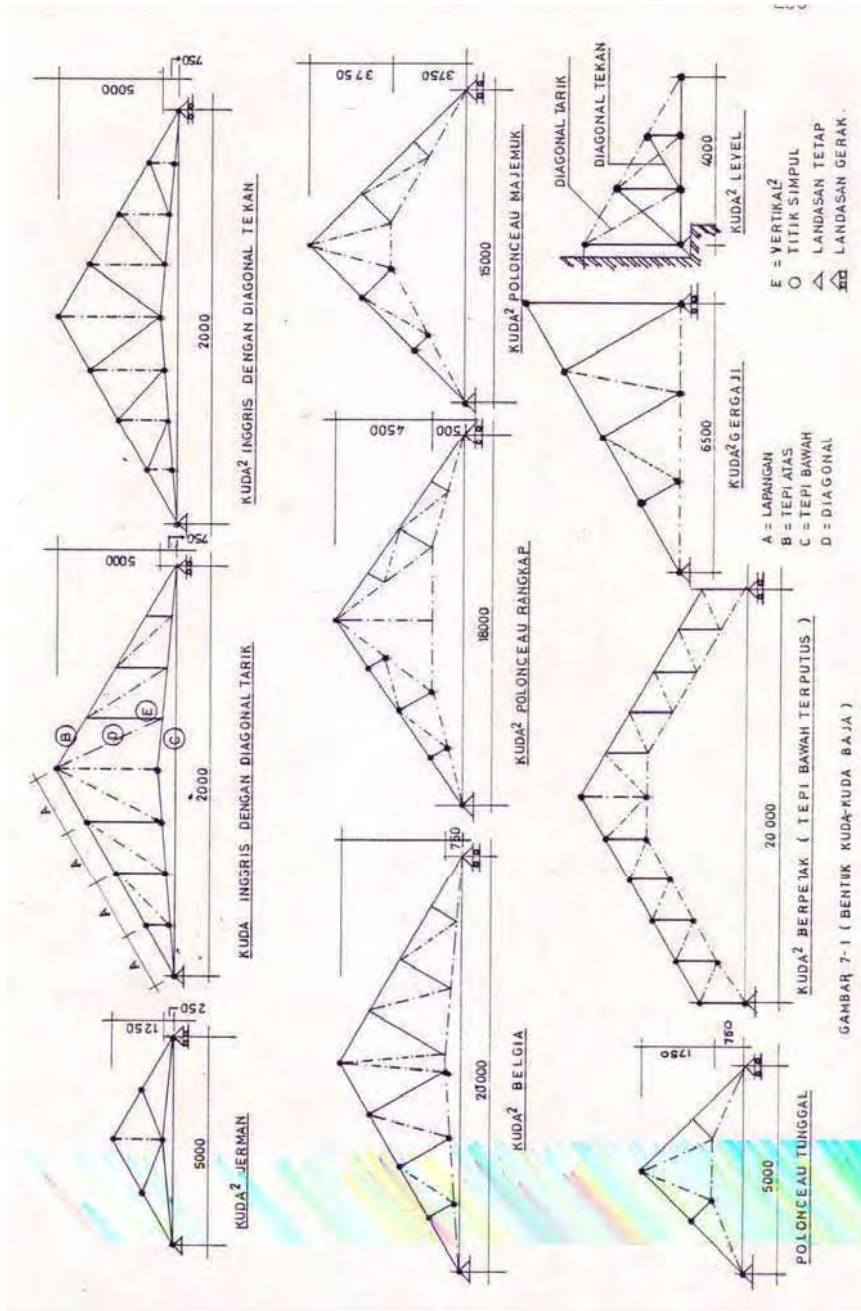
Detail Plafond

Gambardetailplafondmeliputipertemuan Plafonddengandindingd anplafond denganplafond,sertadengan rangkapenggantungnya.

D. PENUTUP ATAP

MenggambarDenahdanRencanaRangkaatap

Gambar 7.34 Gambar rencana atap

MenggambarDitailPotonganKuda-kudadanSetengahKuda- Kuda

Gambar 7.35PotonganKuda-kudadanSetengahKuda-kuda

MenggambarDitailSambungan

Gambar 7.36Kuda-kudaPelana

Gambar 7.37DitailKonstruksiKuda-kudaa

Gambar 7.38DitailKonstruksiKuda-kudab

Gambar 7.39DitailKonstruksiKuda-kudac

Gambar 7.40DitailKonstruksiKuda-kudad

Gambar 7.41 Detail kuda-kuda

Gambar 7.42Kuda-kudaJoglo

Gambar 7.43DitailKonstruksiKuda-kudaJoglo

Gambar 7.44DitailKonstruksiKuda-kudaJogloc

Gambar 7.45Kuda-kudaGergajidanDetail

Gambar 7.46DitailKonstruksiKuda-kudaGergaji

Gambar 7.47MacamBentukKuda-kudaBaja

MenggambarKonstruksiPenutupAtap

Atapmerupakanperlindungan terhadapruanganyangada dibawahnya, yaituterhadappanas,hujan,angin,binatangbuasdan keamananlainnya.

Bentukdanmacamnya tergantung daripadasejarahperadabannya sertaperkembangansegiarsitekturnyamaupunteknologinya.

Besarnyakemiringanataptergantungdaripadabahanyang dipakainyamisalnya

- Gentengbiasa miring30^o-35^o
- Gentengistimewa miring25^o-30^o
- Sirap miring25^o-40^o
- Alang-alangatauumbia miring40^o
- Seng miring20–25^o
- Semenasbesgelombang miring15–25^o
- Beton miring1–2^o
- Kaca miring10–20^o

Adapunsyarat-syaratyangharusdipenuhiolehbahanpenutupatap adalah:

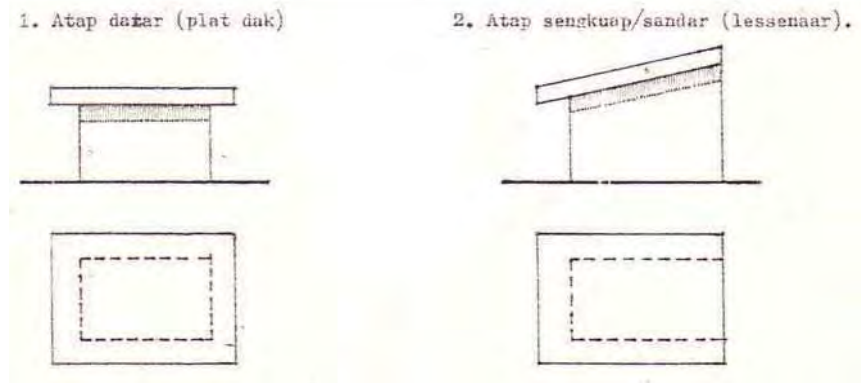
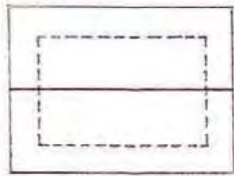
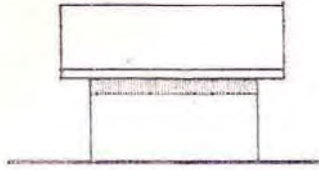
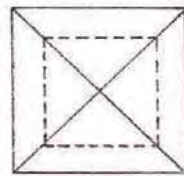
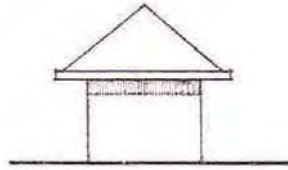
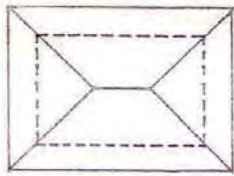
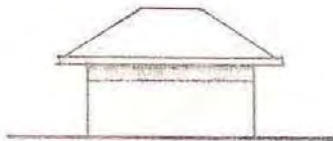
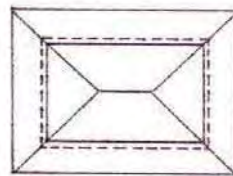
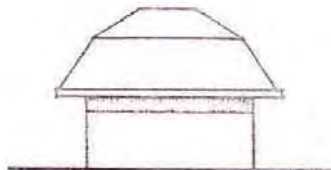
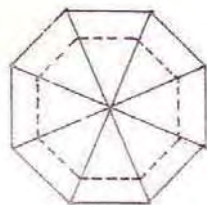
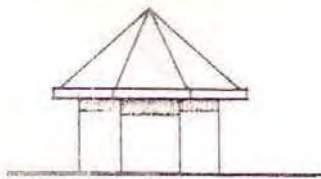
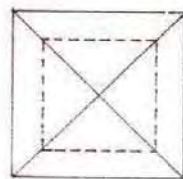
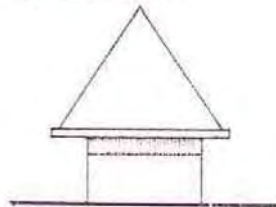
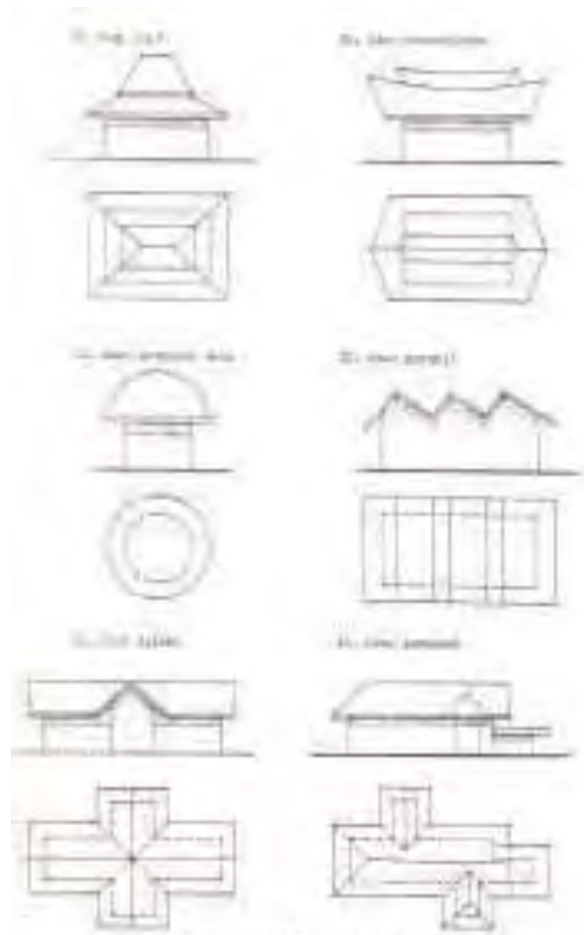
-rapatairsertapadat

-letaknyamantaptakmudahtergiling-guling

-tahanlama(awet)

-bobotringan

-tidakmudahterbakar

Bentuk-bentukatap:

Gambar 7.48Bentukatapa

Gambar 7.49BentukAtapb

Gambar 12.44 Bentuk Atap c

Gambar 7.50BentukAtapc

AtapGenteng

Atap genteng ini banyak digunakandiseluruh Indonesia, karena relatifmurah,awet,memenuhi syaratterhadapdayatolakbunyi, panasmaupundingindisampingtidakbanyakperawatannya.

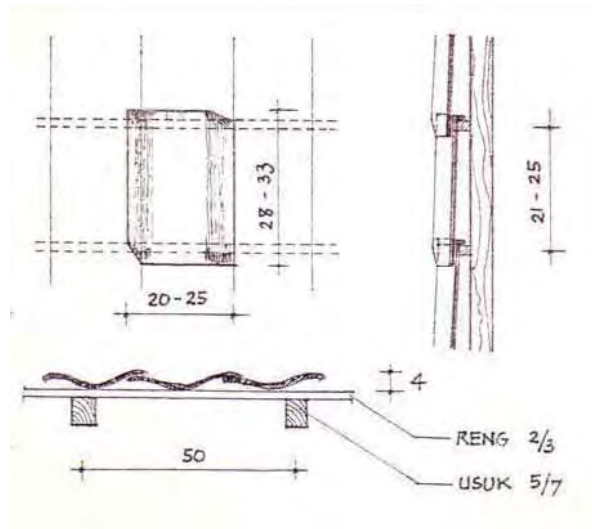
Yangbanyakdipakaiadalahgentengyangberbentuk S, karena gentenginiberpenampang cekungdalamnya4–5cmdantepi kananmenekukcembung. Tebalgenteng8–12mm.Padabagian bawahtepiatasdibuatkan hubungan (tonjolan)sebagaikaituntuk rengyangberjarak21-25cmtergantungukurangenteng.

Padasudutbawahkirisertasudutkananatasdipotongseronguntuk mendapatkan kerapatandalampemasangandansebagaitanda batassalingtumpangtindihnyagenteng.

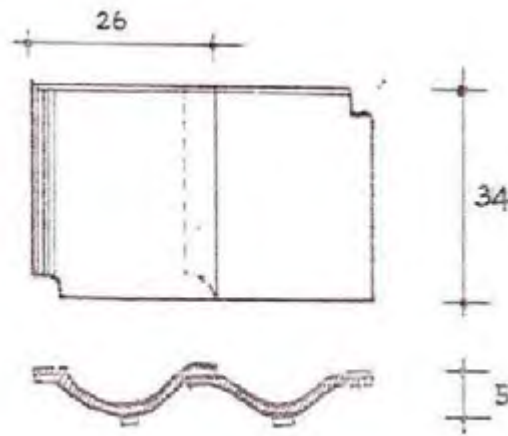
Lebar tutup genteng adalah lebar genteng dikurangi serongan. Begitujugapanjangtutupsehinggamendapatkanluastutup.

Ukurangenteng

Tabel9.1

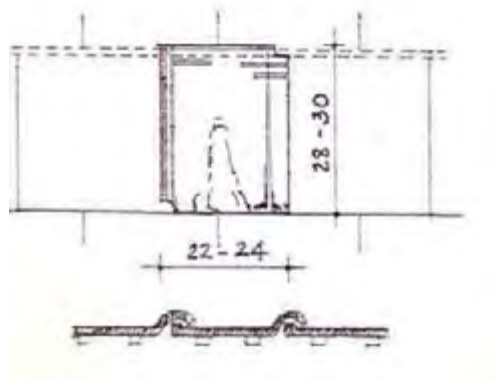
JENIS	UKURA	LUAS	JUMLA	BOBO
Biasa	20 x 28	16 x 23	28	30 kg
Besar	25 x 33	20 x 28	20	36 kg

Gambar 7.51GentengBiasa

Padagentengyangdisempurnakan, penampanggentengseperti gentengbiasahanyahubungannyasehinggalebihrapat.

Ukurannya lebihbesardarigentengbiasa.Ukurannya ialah26x34 cm,luastutup22x28cm,tiapluas1m^2 dibutuhkangenteng±18 buah.Jarakreng28cmbobot1m^{2}38kg.

Gambar 7.52Gentengyangdisempurnakan

GentengSilang

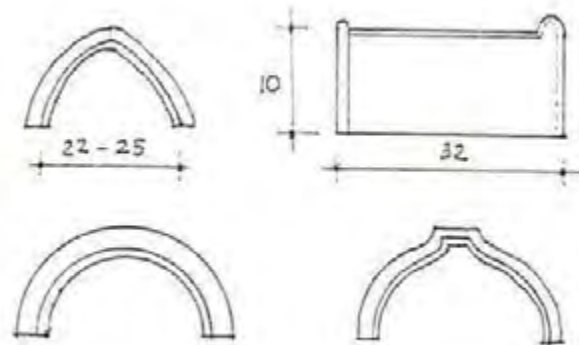
Genteng silangdisebutjugagenteng kodokkarenatepibawahnya ada yang menonjol melengkung bundar. Genteng ini berbentuk

datar tetapi tidak secara keseluruhan bermaksud untuk mendapatkan hubungan yang lebih rapat. Cara meletakkannya diatas reng tidak lurus tetapi berselang-seling seolah-olah menyilang.Jarakreng22–25cm.

Gambar 7.53GentengSilang

GentengBubungan

Genteng bubunganseringdisebutjugagenteng kerpus.Genteng ini adayangberpenampangbundar,trapesium,segitigatebal±1cm.

Tiap1mdibutuhkan3–4buah.

Lebargentengbubungan22–25cmtinggi± 10cm.

Gambar 7.54GentengBubungan

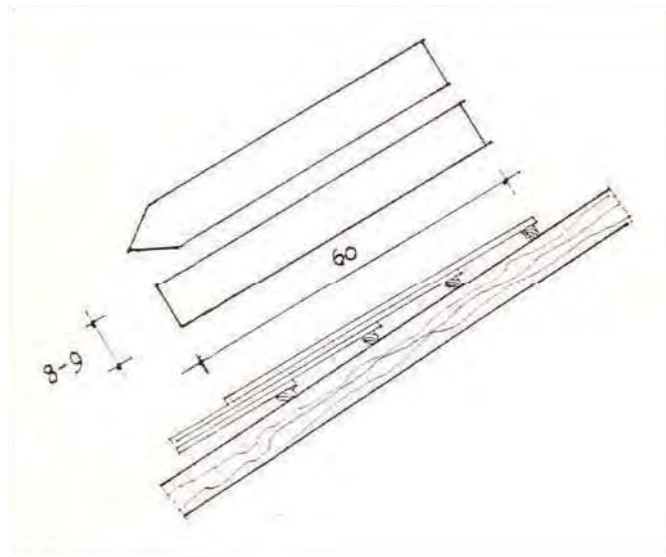
Sirap

Penutup sirapdibuatdarikayubeliandariSumatra danKalimantan kayuonglen,jati.Jawatankehutanan jugamembuatsirapdarikayu jatiberukuran panjang35cm,lebar14,5cm,tebaltepiatas0,4cm tepibawah 2cm,bobot28kg/m^2.Sirapinitidakbaikkarenamudah membilutdancekung.

Sedangkanuntukukuransirapdarikayubelian,onglenialahlebar papan8–9cm,panjang60cm,tebal4–5mm.

Pemasangannyadiatasrengdenganpaku keciljarak reng-renglebih kecildari1/3panjangsirap.Perletakannya harussedemikian sehinggadimana-mana terbentuk3lapisataupada/diatasreng terdapat4lapis.Deretansirapyangsatuharus menggesersetengah lebarsirapdarideretandibawahnya.

Warna sirap coklat kemudian beralih menjadi tua, lambat laun menjadihitam,dapattahan30– 40tahun.

Bubungannyaditutupdenganbesiplatdisepuhputih(digalvaniseer) menumpangdiataspapantebal±2cm.Sedangkanbentukdari padabubungannyasesuaidengankehendakkitaataudiperencana.

Gambar 7.55Sirap

AtapSemenAsbesGelombang

Bahaninibanyakdigunakan baikpadabangunan pabrik,bangunan pemerintahataupunperumahan.

Kebaikan darijenisinisebagaiisolasipanassehingga didalam ruangan tak terasa panas dan juga sebaliknyabila udara diluar

dingindidalamtidakterasadingin,dandapatmengisolasi bunyi denganbaik,tahanterhadappengaruhcuaca.

Bila dibandingkan dengan seng gelombang, maka seng mudah

berkarat,tidakawetdanmenimbulkan suarayangkurang menyenangkanwaktuhujan.

Disinikitaambilkansebagaicontohatapsemenasbesgelombang.

Ukurannyaadalahsebagaiberikut:

- ukuranpanjangstandard

  300,2.700,2.400,2.100,1.800mm

- Panjangyangdibuatataspesanan

  1.500,1.200,1.000mm

- Lebarefektif1.000mm

- Lebarkeseluruhan1080mm

- Tebal

  6mm

- Jarakgelombang

  145mm

- Tumpangansamping

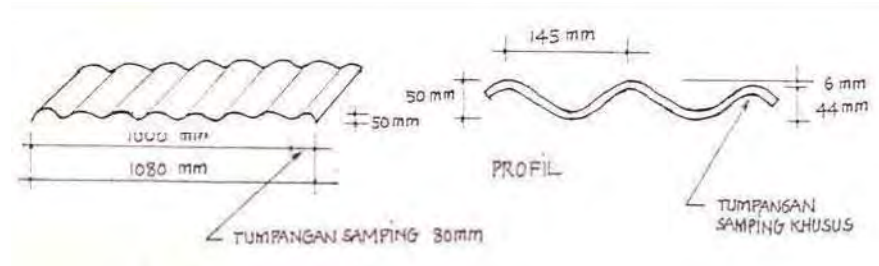
  80mm

- Tinggigelombang

  50mm

Beratrata-rata:

-Lembaranpadakelembabannormal13kg/m

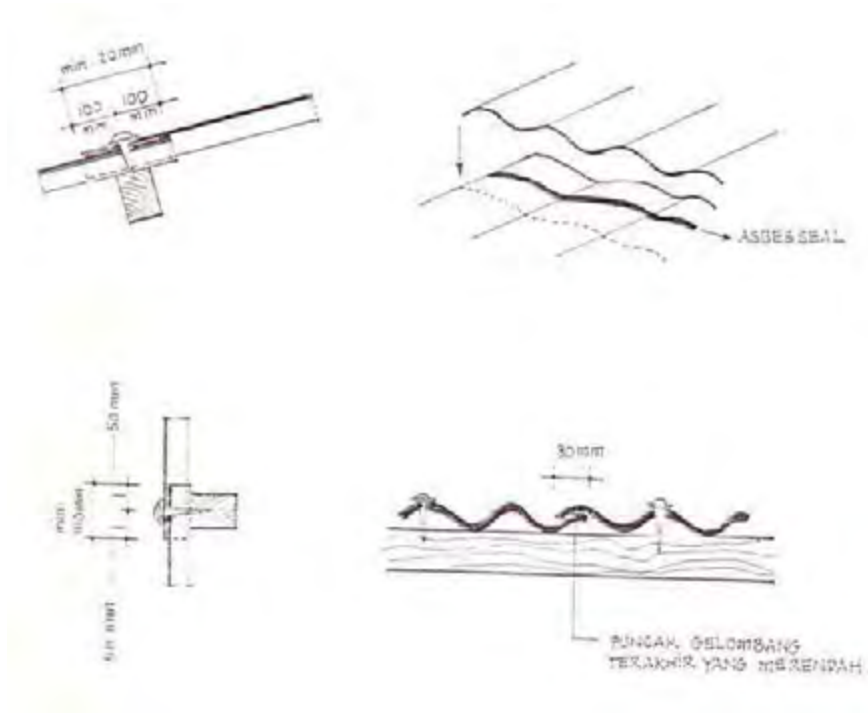
-Lembaranyangdijenuhkan15,5kg/m

Gambar 7.56AtapSemenAsbesgelombang

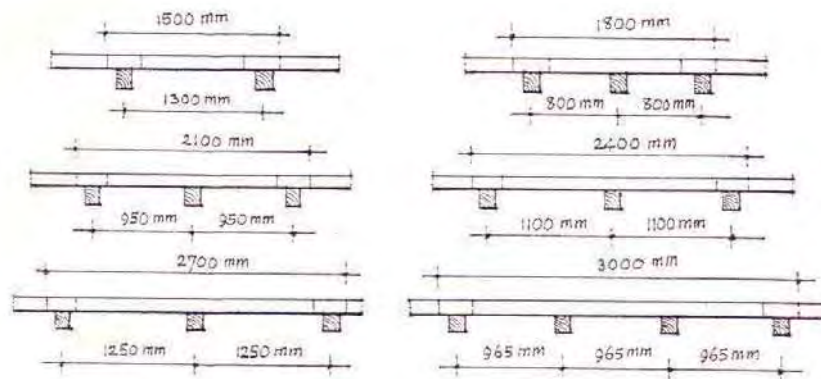
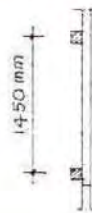
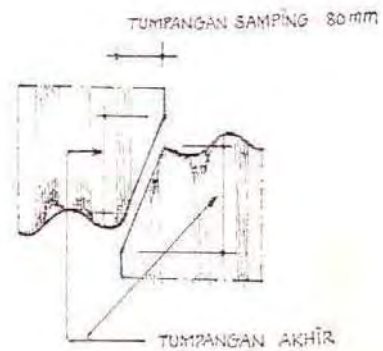
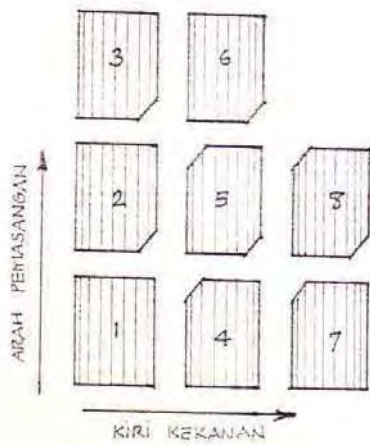
Semualubanguntukpemasanganpakupancingatausekrupharus dibordenganbortanganataubormesin.

Tumpanganakhiruntukataptergantungdaripadakemiringannya, tetapitidakbolehkurangdari7½^{o}.

Untukpenutupdindingtumpanganakhir100mm.

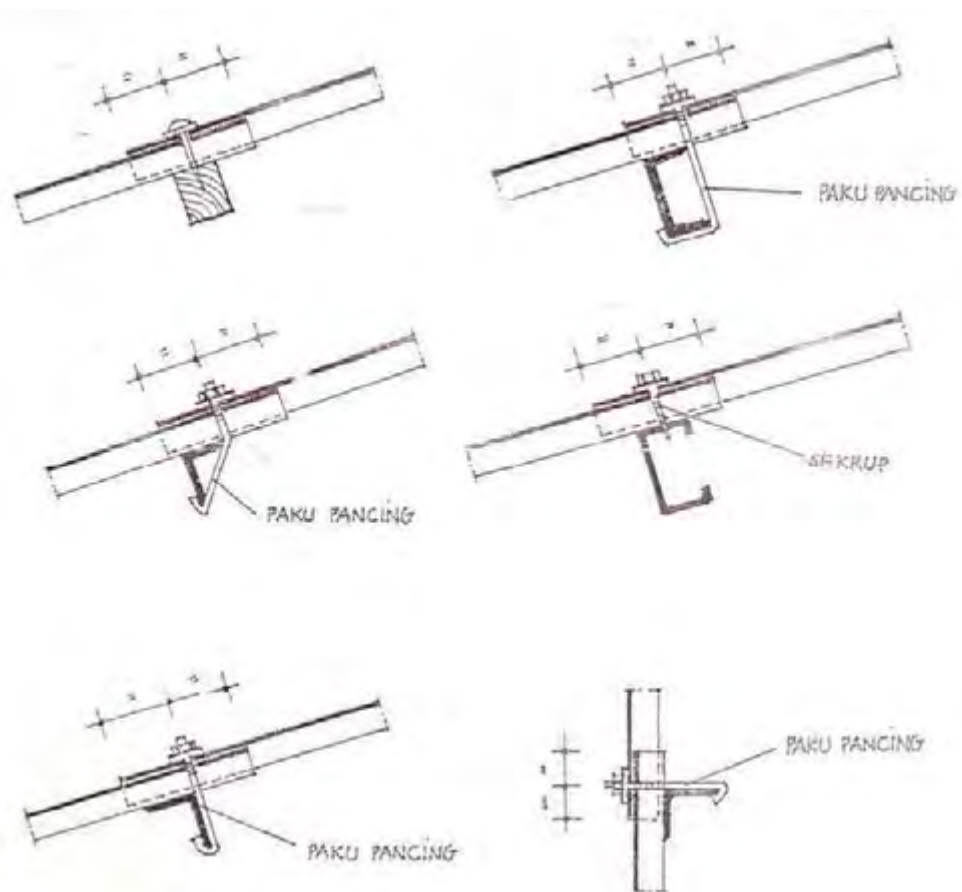
Semuatumpanganakhirharusterletakdiatasgordingataukayudan pakupancing/sekrupterletakpadaastumpangan.

Sedangkantumpangansamping80mm(1gelombang).

Gambar 7.57DitailAtapSemenAsbesgelombang

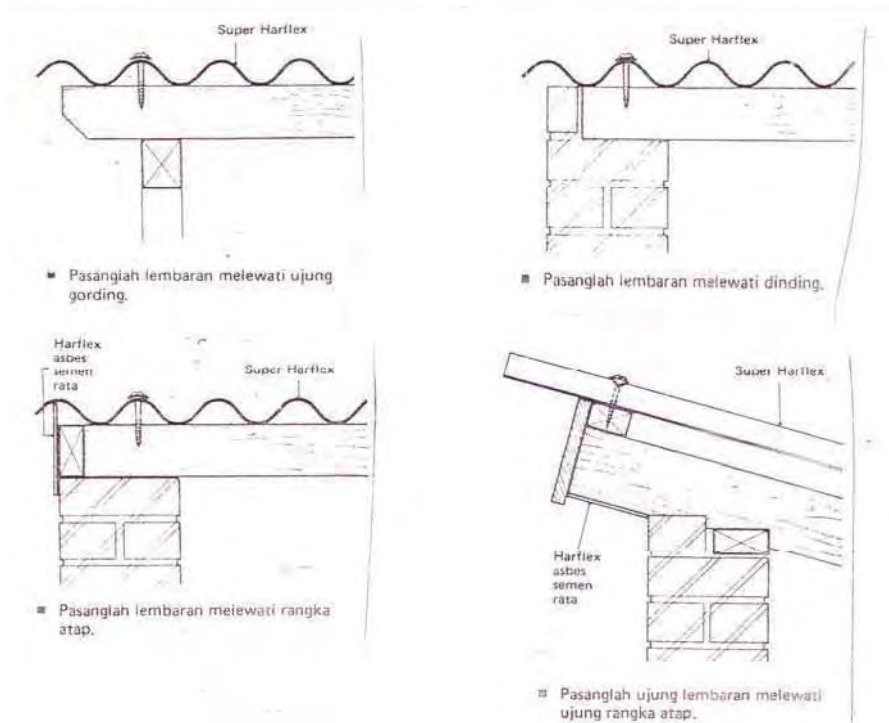
Jarakmaksimumantaragordingdengangording1250mm,tetapijarakyangsebenarnyatergantung panjanglembarandantumpangan akhiryangdikehendaki.

Gambar 7.58PemasanganGording

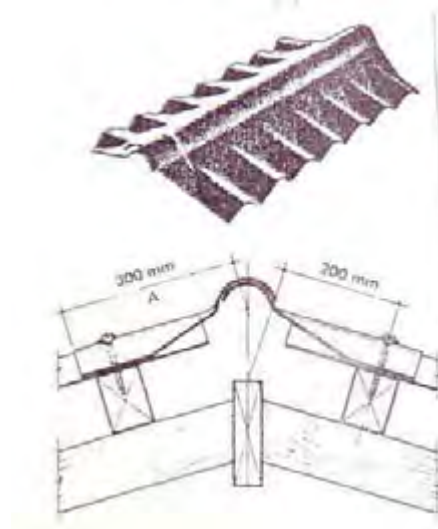
Pemasangan pada gording kayuuntuk lembaran yang tidak rangkapdigunakansekrupgalvanisir90x6mmdenganringmetalyangdigalvanisir berbentuksegiempatjugaringkaret.Bilalembaran rangkapdigunakan sekrup100x6mmdenganringmetaldanring karetsebaiknyaringkaretdisekatdenganasbesseal.

Pada waktu pengeboran lubang untuk pemasangan sekrup lebih besar2mmdaripadadiametersekrup.

Pemasanganpadagordingbesimenggunakan pakupancing diameter6mm.Panjangpakupancing90mmlebihpanjangdaripada tingginya profilgordingdanpanjangulirminimum 40mmuntuk menerimaringdanmur.Disampingitujugaharusmenggunakan ring metalsegiempatyangdigalvanisirdenganringkaretdanasbesseal.

Gambar 7.59PemasanganPakuPancin

DETAIL-DETAILATAPSEDERHANA

Detail disini dibuat agar dalam pembiayaannya dapat lebih menghemat.

Gambar 7.60Ditail–detailatapsederhana

NOKSTELGELOMBANG

Gambar 7.61NokStelGelombang

Nokinidapatdisetelcocokuntuksemuaatapdengankemiringan palingbesarsampai30º.

Jangandipakaiuntukjuraipadaatappiramida.

Panjangefektif…………………….1.000mm

Lebarsayap……………………….. 300mm

Tebal……………………………….. 6 mm

CARAPEMASANGANNYA

-Pasang semua rol dalam dahulu dengan susunan dari kanan kekiribarukemudian disusunrolluardengansayapmenghadap kebelahanataplain.

- Padatumpangannoktakperludipotong(mitrecut).

- Roldalamharusterpasangbaik,sebelumrolluar.

- Kencangkansekrupmelaluipuncakgelombangke2 dan6.

NOKSTELRATA

Nokinidapatdistelsudutnya dengansayapyangratacocokuntuk semuaatapdengankemiringansampai30º.Sangatcocokuntuk juraipadaatappiramida.

Panjangefektif…………………….1000mm
Lebarsayap………………………..225mm
Tebal……………………………….. 6 mm

Carapemasanganmodelnokiniharusdisekatdengan adukan semen dan pasir, pada jarak 50 mm dari tepi sayap rata nok. Pasangdahuluroldalambaik-baikbarurolluarkencangkansekrup melaluipuncakgelombangke2 dankelembaranatap.

NOKPATENTGELOMBANGHanyaada persediaanpadasudut10ºdan15ºuntukyangl ain haruspesan.Tidakcocokuntukjuraipadaatap piramida.

Panjangefektif…………………….1000mm

Lebarsayap………………………..300mm

Tebal……………………………….. 6 mm

Carapemasangannya, bahwapadagelombang-gelombang lembaranatappadakeduabelahanharustepatpadasatujalur.

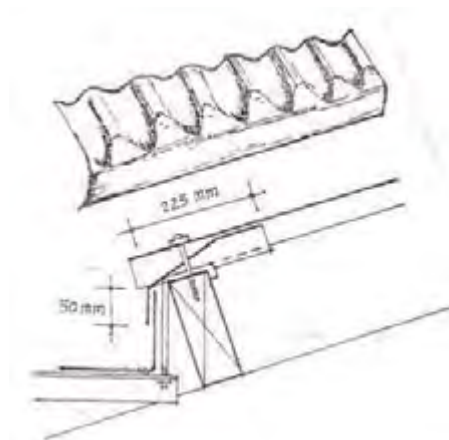
Barisatasharusdimitrecutdalamhubungannyadengannokpatent gelombang. Selanjutnya seperti pada nok yang lain pemasangannya.Nok gergajiinidapatdisteldengansayapgelombang,sayapvertikal ratadanpenutup ujung.Inidapatdipakaiuntukatapgigigergaji kemiringanterbesar30º.Pemakaianiniataspesanan.

- Panjangefektifsayapbergelombang…………….1000mm
- Panjangefektifsayaprata………………………...1700mm
- Lebarsayapbergelombang……………………….,300mm
- Lebarsayaprata…………………………….300– 450mm
- Tebal………………………………………………….6mm

Memasangnyaharus dari sayap yang bergelombangdan harus diskrupkegordingpalingsedikit3 buahperlembar.

Gambar 7.62PenutupUjungGergaji

Penutupujunggergajiinidibuatdisesuaikanterhadappanjangnya sayapratadarinokgigigerigi.Danharusmelaluipesanan.

PENUTUPSALURANBERGELOMBANG(ataspesanan)

Gambar 7.63PenutupSaluranBergelombang

Suatupenutupyangmenghubungkan ujungbawahlembaranatap dengantalangyangberfungsijugauntukmencegah masuknya burungkekolongatap.

Panjangefektif…………………….1000mm

Lebarsayap………………………..225mm

Dalam……………………………… 50mm

Tebal……………………………….. 6 mm

<u>Pemasangan</u>

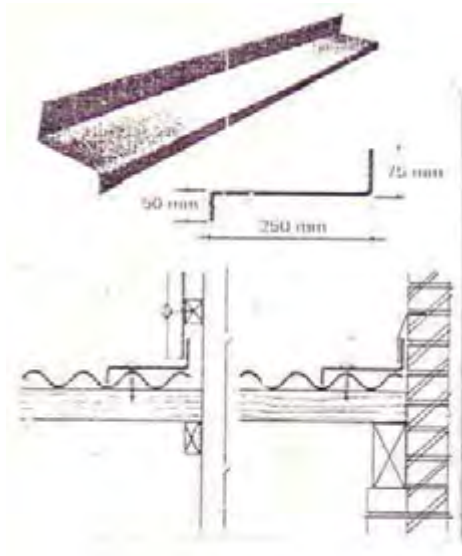
Letaknyapenutup saluran dibawahderetan atap sehinggalidah menyentuhbagiandalamdindingtalang.

Inikhususantarasudut10ºdan15ºyanglainharuspesan.

Panjangefektif…………………….1000mm

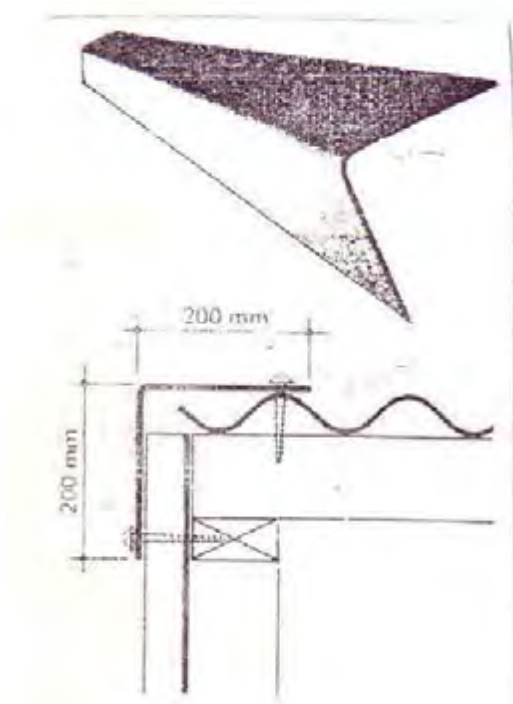
Lebarsayap………………………..225mm
Lebarsayaprata……………………100mm
Tebal……………………………….. 6 mm

Pemasangan:

- Sekrupdipasangmelaluipuncakgelombangke2danke6
- Sambunganpadapenutupujungmundur1 gelombanguntuk menghindaripenumpukanketebalanlembaran.

Gambar 7.64PenutupSisi

Ini digunakan sebagai penghubung dinding vertikal dengan lembaranatapyangarahpuncakgelombangnya sejajardengan dindingvertikal.(ataspesanan).

Panjangefektif…………………….2400mm Ukuranluas ……………75x250x50mm
Tebal……………………………….. 6 mm

Bilasisiyang 50mmtakdapat menyentuhgelombang(lekuk)atap misalnyamengganggulebihbaikdipotong/dikurangi.

Gambar 7.65 LisplangSiku-siku

Lisplanguntukpenghubungsudutatapdandinding.

Panjangefektif…………………….2400mm

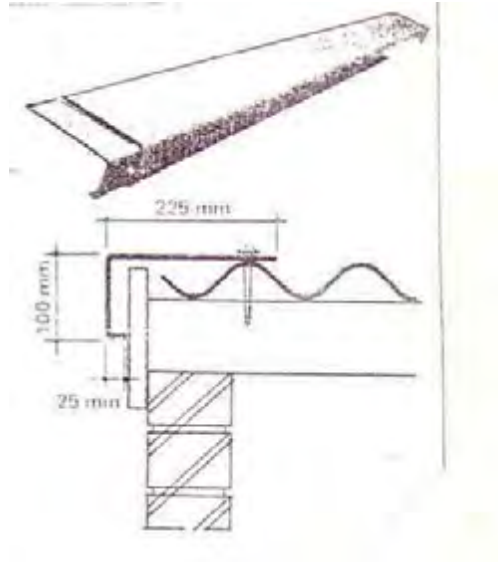
Sayaprata……………………200x200mm

Tebal……………………….250x250mm

Tebal……………………………….. 6 mm

Penyekrupanlihatgambar.

Sekatlahsetiaptumpangandenganasbesseal.

LISPLANGLENGKUNG(ataspesanan)

Gambar 7.66LisplangLengkung

Panjangefektif…………………… 2400mm

Ukuranbagian ……… 225x 100x 25mm

Tebal………………………………......4 mm

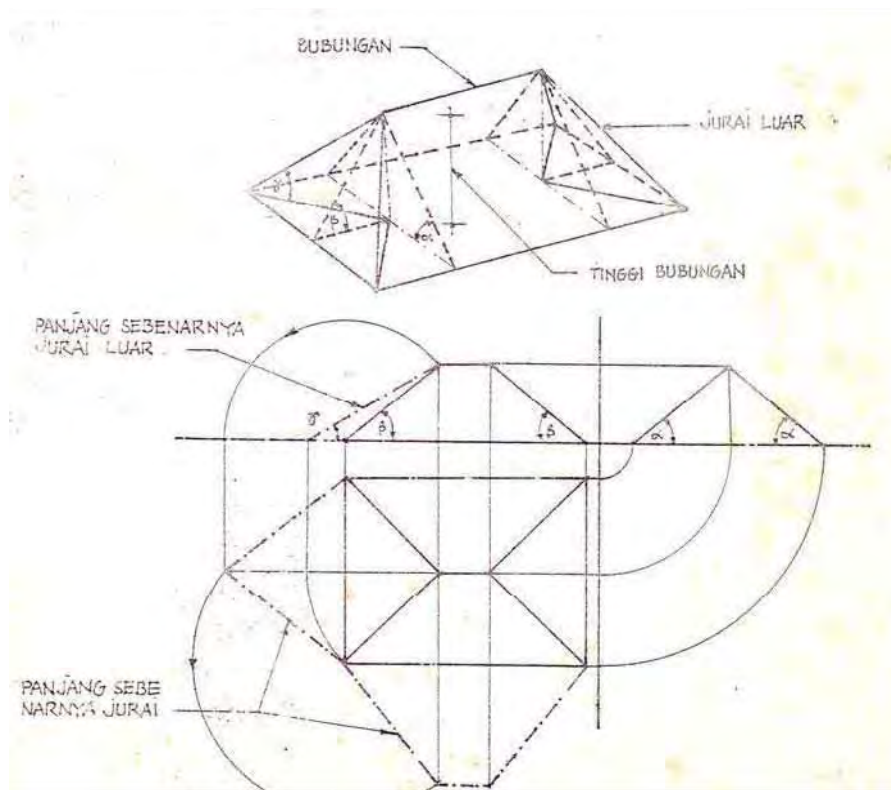
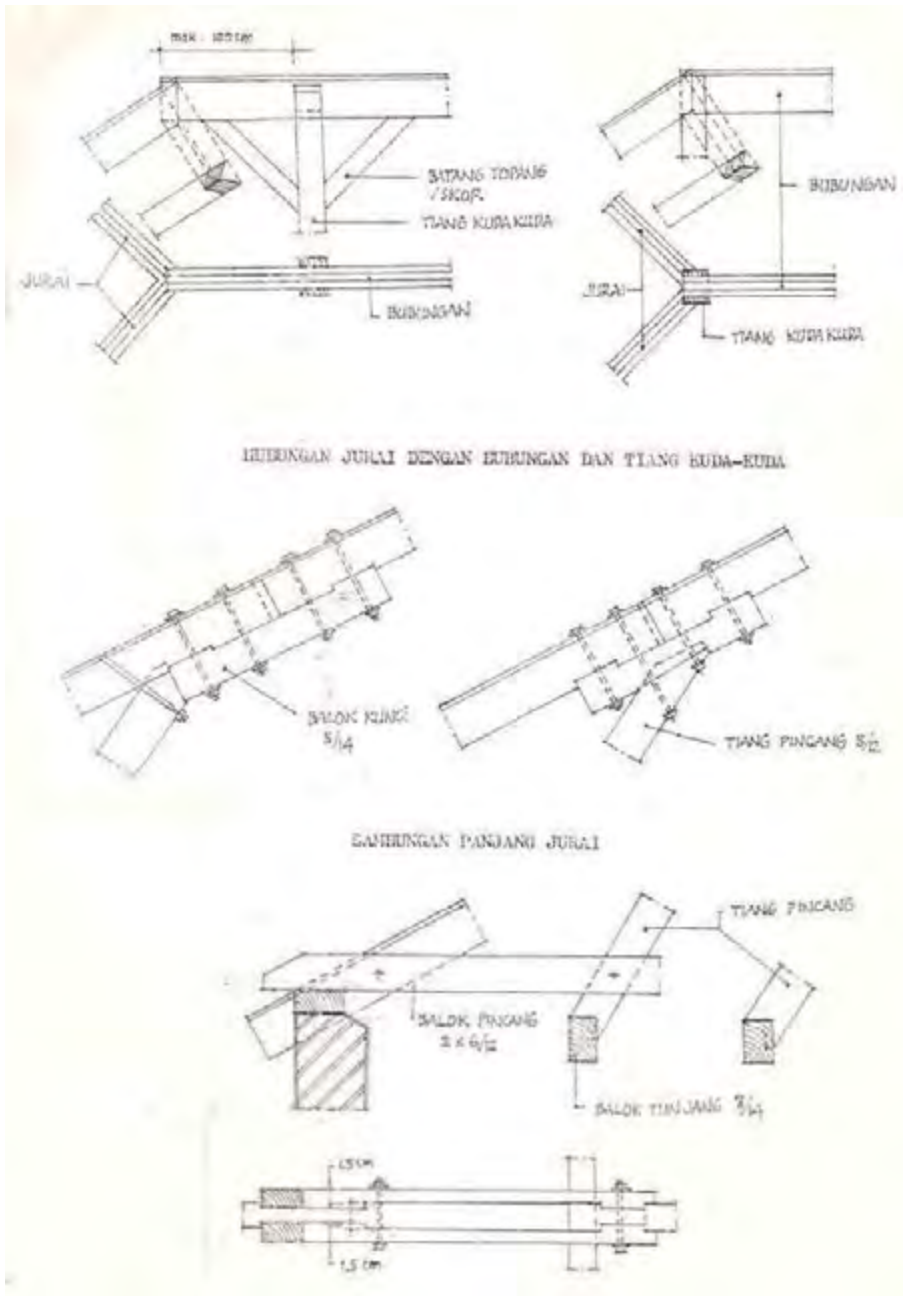
Penyekapanlihatgambar.

Sekatlahsetiaptumpangandenganasbesseal.

Padaatapperisai,pertemuanantarabidangatapyangmerupakan garismiringmenyudutdisebutjurai(bubunganmiring).

Pertemuan dari kedua bidang yang menjorok kedalam disebut denganjuraidalamataujuraitalang.

Apabilakitamelihatsuatugambartampakatasdarisuaturencana atap,makapanjangjurailuarataupundalambelummerupakan suatugarisataupanjangyangsebenarnyadisinisangatpenting sekali,untukmemesankayuyangdiperlukanuntukjuraitersebut. Untukmencaripanjangsebenarnyadaribalokjuraipadaprinsipnya digunakandengancara rebahanataupunputaransepertidalam pelajaran“ilmuproyeksi“.

Secaraskematisdapatdilihatpadagambarbawahini:

Gambar 7.67ProyeksiBalokJurai

Gambar 7.68HubungandanSambunganpadaJurai

Gambar 7.69Kuda-KudaGantungDenganBukaanJurai

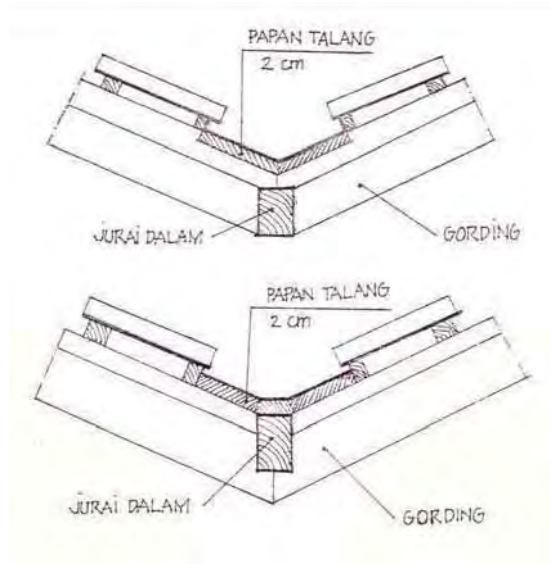
JURAIDALAM

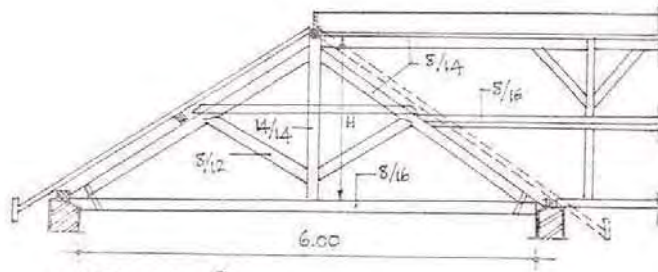
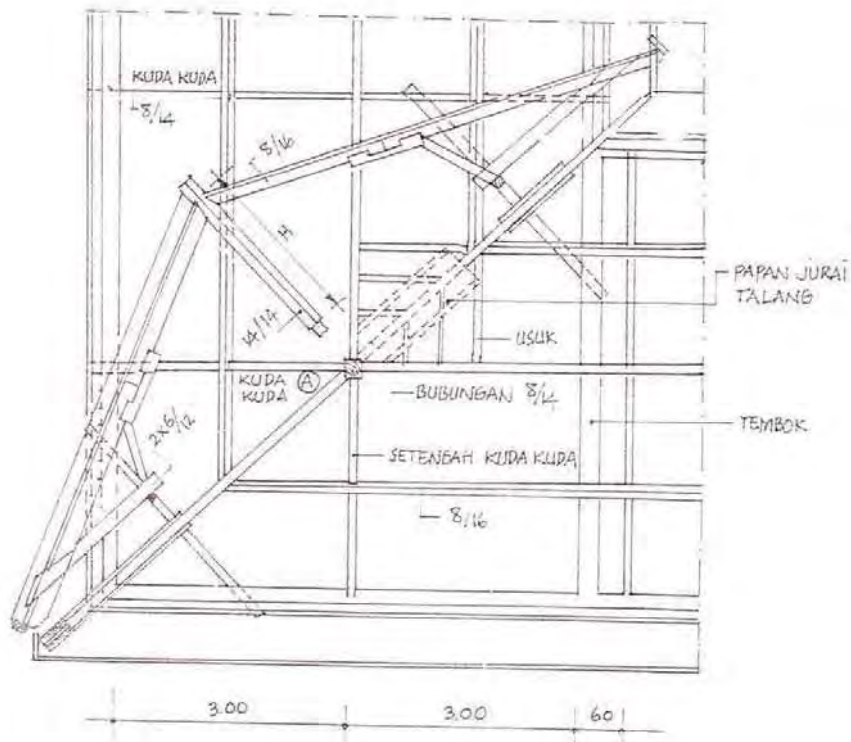
Juraidalamkeadaannya berlawanandenganjurailuar.Padajurai luarairmengalirdarijurainya(meninggalkan)tetapipadajurai dalamairjustrumengalir kejurainyauntukitulahpadajuraidalam harusdipasangitalang.

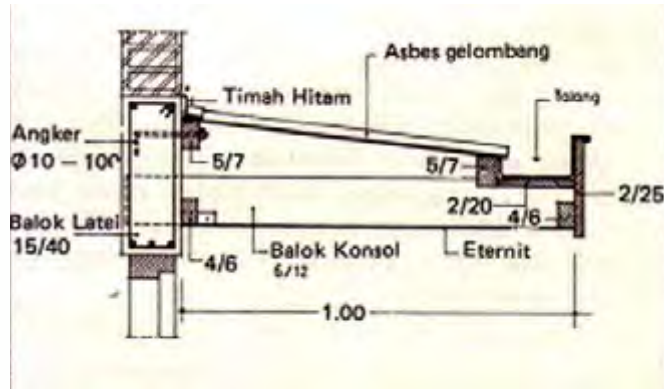
Konstruksi jurai dalam prinsipnya sama dengan jurai luar. Pemasanganbalokdiagonal(balokpincang)agaksulitsebabuntuk mendapattumpuankeduaujungbalokpincangtidakmudah, jalan satu-satunya disunatkan/dihubungkan dengan balok atap yang terdekat.Sedanguntuk menghindarikesulitanpertemuanantara kuda-kudadanbagianbawahbalokjuraidalam,makaletakkuda- kudadigeser20–25cmdarisuduttembok.

Pada jurai dalam bobot penutup atap menekan gording-gording sertaberusahauntukmemisahkan,makadisiniperlutumpuanuntuk mencegahhaltersebut.Padaujunggordingdibuatkanpernpendek

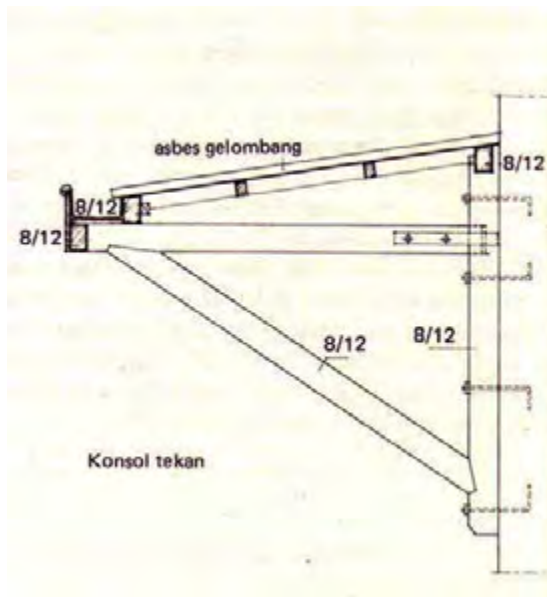
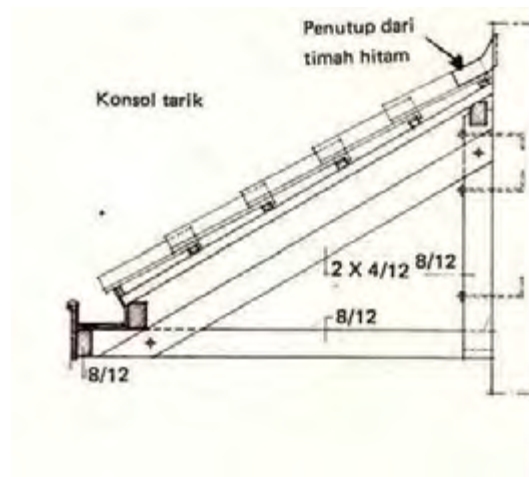
1–1,5cmsetebalgordingdanlebarnya½lebar gording,keduasisi sampingjuraidibuattakikanberbentuk jajarangenjang,pen menyesuaikanbentukini.

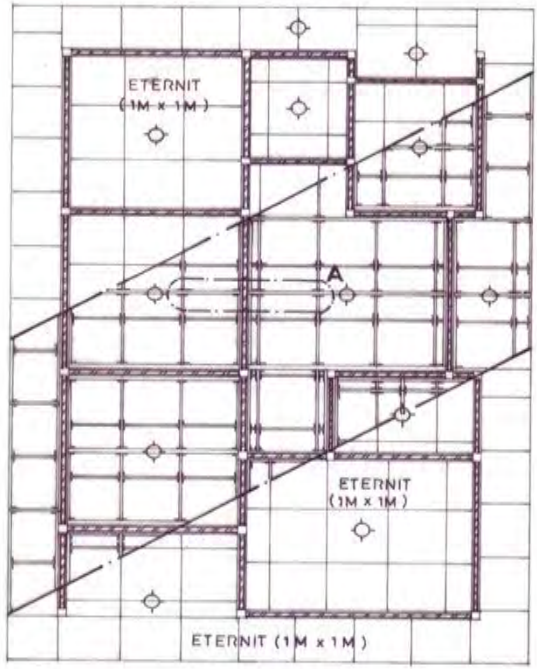
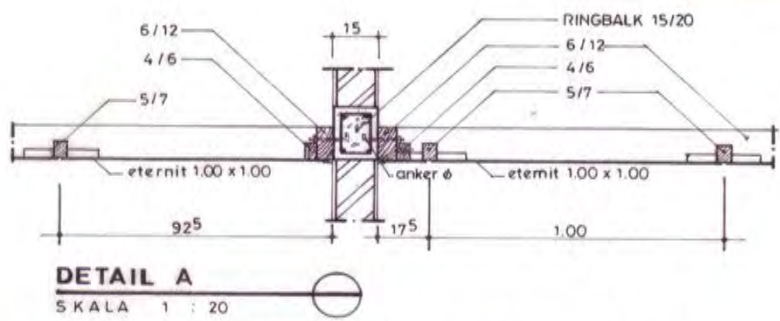
Diatasbalokjuraidalamdipasangpapantebal2cmuntukalasseng yangpadakeduasisinyadibatasireng.Sengbiasadigunakan ialah jenisBWG32.Papantalangdapatdipasangpadatitikusukatau rataataupundiatasusukataupundiatasusuktanpatakik.

Gambar 7.70PerletakanJuraiDalam,PapanTalangdanGording

KUDA KUDA DENGAN JURAI LUAR DAN DALAM

Gambar 7.71DenahPerletakanKuda-Kuda

MenggambarKonstruksiTalangHorisontal

Gambar 7. 72KonstruksiTalangHorisontalA

Yangperlumendapatkan perhatiandalampembuatantalang horisontaladalahbanyakyaairyangdapatditampung sementara sebelumdialirkankesaluranmelaluitalangvertikal.

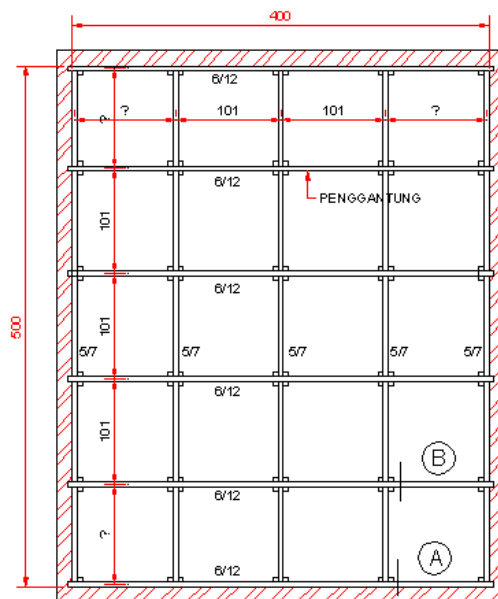
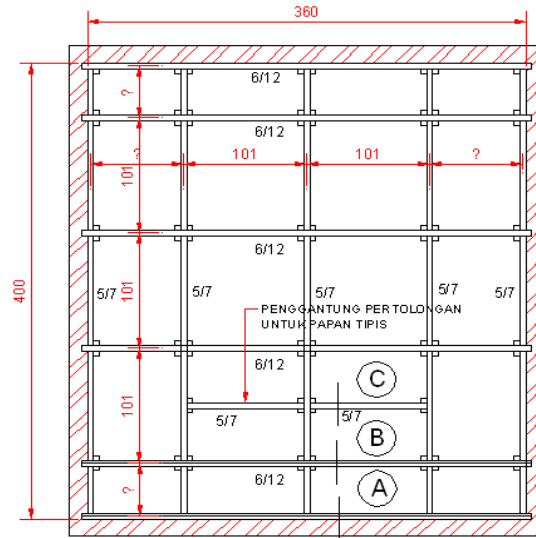
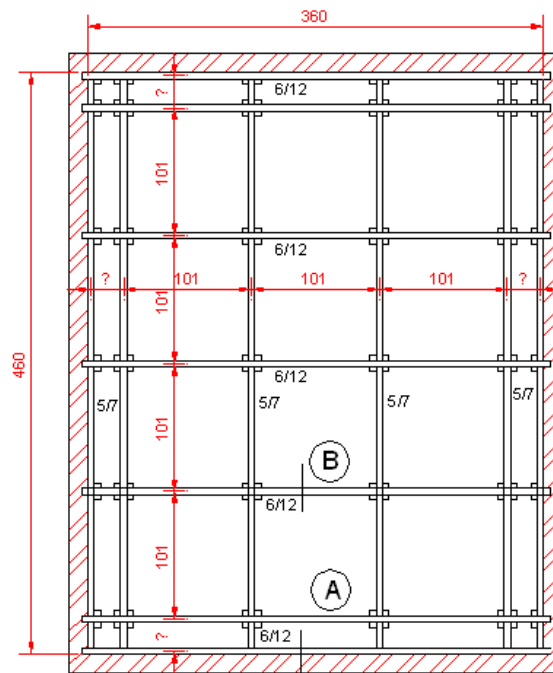
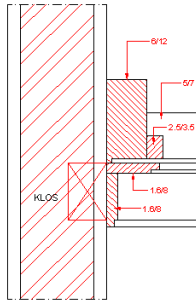
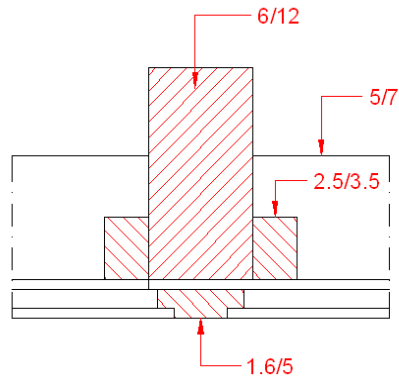
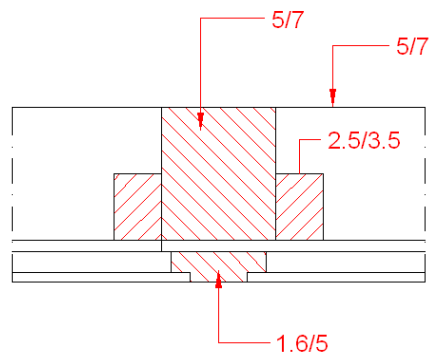
Kalauterjaditidakdapatmenampung volumeairakan mengakibatkanpelimpahanairkedalambangunan.

Gambar 7.73KonstruksiTalangHorisontalB

Gambar 7.74KonstruksiTalangHorisontalC`

E. Gambar Detail

Gambar 7.75Rencana Plafon Rumah Tinggal

Untuk dapat menetapkan pola dari langit-langit maka perlu memperhatikan:

- Bentuk dari ruangannya akan mempengaruhi pola yang di-gunakan
- Bahan yang digunakan sebagai penutup dapat asbes, triplek ataupun jenis lainya
- Tinggi rendahnya penutup

- Menggunakan lis atau tidak
- Pembagian jalur penutup langit-langit menggunakan modul 100 x 100 cm , 60 x 60 cm atau 60 x 80 cm

Menggambar Ditail Konstruksi Langit-langit

Gambar 7.76Konstruksi Langit-langit

Gambar 7.77Pembagian langit-langit (tak menguntungkan)

Gambar 7.78Pembagian langit-langit (menguntungkan)

Gambar 7.79Gantungan Langit-langit

Gambar 7.80Ditail Konstruksi Langit-langit A

Gambar 7.81Ditail Konstruksi Langit-langit B

BAB 8 MENGGAMBAR UTILITAS BANGUNAN GEDUNG

A.Instalasi Listrik

Instalasi listrik terdiri dari instalasi untuk penerangan dan kebutuhan rumah tangga lainnya (TV, Setrika, Radio, AC, dll).

Komponen instalasi listrik yang utama pada bangunan rumah tinggal meliputi:

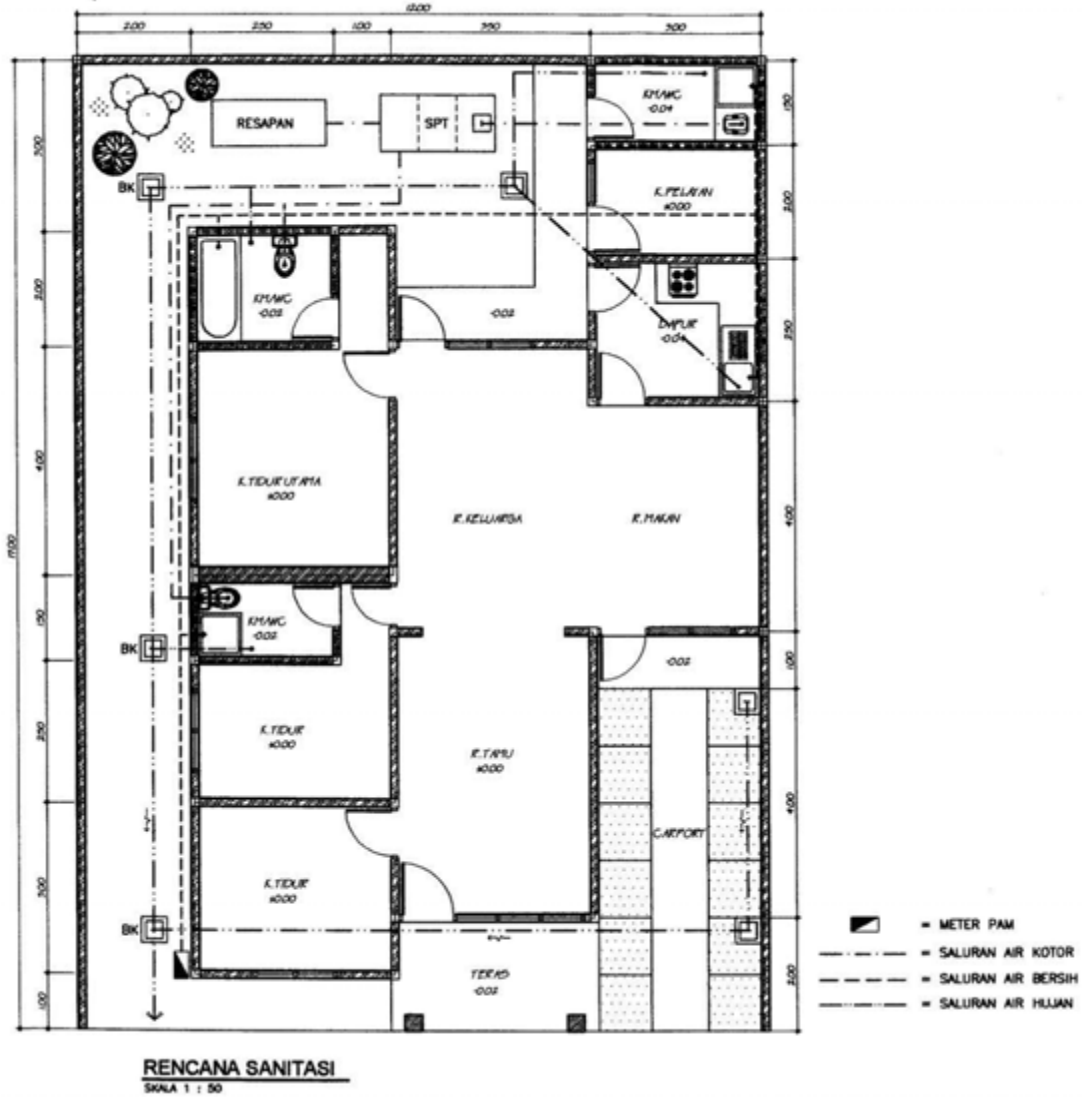
1. Jaringan kabel instalasi (dapat diekspose, atau ditanam dalam dinding atau diatas plafond pada bagian dalam bangunan dan ditanam didalam tanah pada bagian luar bangunan
2. Titik lampu
3. Titik saklar dan titik stop kontak.
4. Sumber (meter PLN)
5. Panel penerangan

Untuk lebih jelasnya dapat melihat pada contoh gambar jaringan inslasi listrik.

<u>Persyaratan dan Prinsip Instalasi Listrik</u>

Secara garis besar persyaratannya hampir sama dengan persyaratan pada jarian air, yang menitik beratkan pada aspek ekonomis dan kemudahan dalam perbaikan.

1. jaringan/instalasi listrik dipikirkan untuk jarak yang terdekat/terpendek agar dapat lebih ekonomis.
2. Bagian yang tertanam di dinding perlu disediakan saluran dengan diameter yang agak besar agar dimudahkan dalam pengurutan dan perbaikan.
3. pada instalasi yang terletak diatas plafond, sebaiknya juga dibungkus dengan pipa PVC untuk menghindari kerusakan kabel.
4. penempatan meter PLN dan panel-panel serta titik-titik lainnya sebaiknya pada posisi yang mudah dijangkau namun cukup aman dari jangkauan anak-anak.

B. Dasar-Dasar Menggambar Instalasi Plumbing

Gambar 8.1 Denah sanitasi/plumbing

Jenis Perencanaan Instalasi Pipa

Secara umum perencanaan instalasi pipa bila ditinjau dari segi lokasi perencanaan maka akan kita dapatkan dua jenis perencanaan, yaitu :

1. Perencanaan Instalasi Pipa di Luar Gedung
2. Perencanaan Instalasi Pipa di Dalam Gedung

Kedua jenis perencanaan tersebut memiliki banyak perbedaan yang cukup jelas diantaranya sebagai berikut :

Perencanaan Instalasi Pipa di Luar Gedung

Perencanaan instalasi pipa di luar gedung ini berbeda bila kita bandingkan dengan perencanaan instalasi pipa di dalam gedung karena adakalanya fluida yang dialirkan tidak hanya berupa air dan gas tetapi dapat pula berupa minyak atau cairan – cairan kimia.

Sistem perencanaan instalasi pipa ini dapat dibagi menjadi :

● Perencanaan instalasi pipa dibidang Perminyakan dan Gas

● Perencanaan instalasi pipa dinas PDAM

● Perencanaan instalasi pipa dibidang industri kimia

Perencanaan Instalasi Pipa di Dalam Gedung

Sistem instalasi pipa ini lebih sering kita kenal karena lebih sering terlihat pada kehidupan sehari – hari.

Sistem perencanaan instalasi ini dapat dibagi menjadi :

● Perencanaan instalasi pipa *Plumbing System*

● Perencanaan instalasi pipa *Fire Protection System*

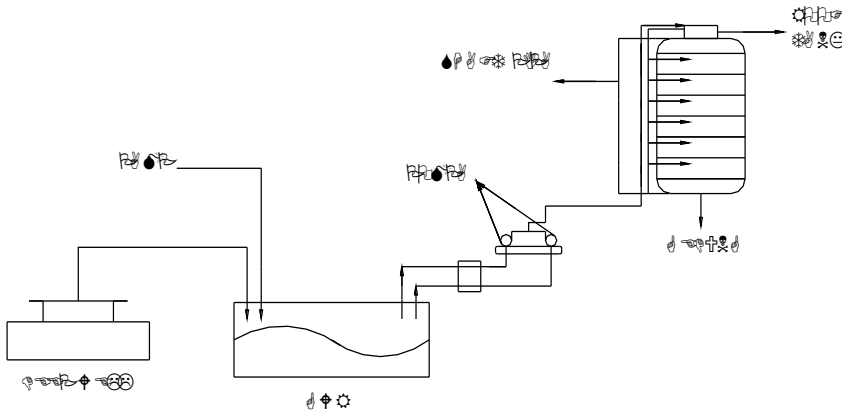
● Perencanaan instalasi pipa *Air Condition System*

Sistem Pendistribusian Air di Dalam Gedung

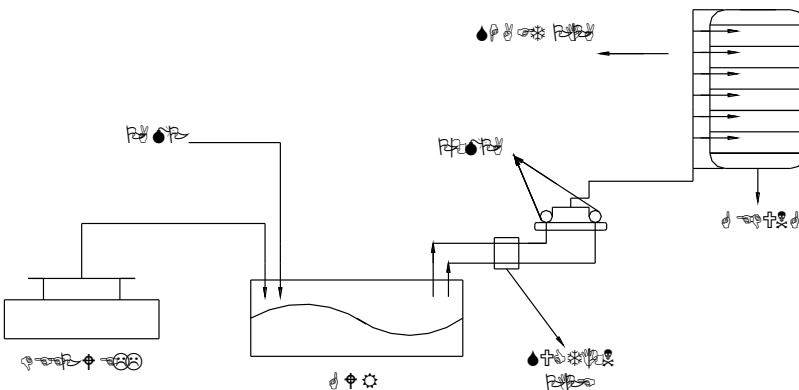
Sistem Pendistribusian Air Bersih

Untuk instalasi pipa *Plumbing System* terdapat dua jenis cara pendistribusian air bersih, yaitu :

a. Sistem tidak langsung

Dapat dilihat secara skematis pada gambar di bawah ini :

Gambar 8.2Sistem tidak langsung pada distribusi air bersih

b. Sistem langsung

Dapat dilihat secara skematis pada gambar di bawah ini.

Gambar 8.3Si*stem langsung pada distribusi air bersih*

Perbedaan antara kedua sistem ini adalah pada pemakaian *roof tank*, pada sistem tidak langsung digunakan, sedangkan pada sistem tidak langsung tidak digunakan *roof tank*.

Instalasi Pipa untuk *Plumbing System*

Pada instalasi ini sistem dibagi lagi menjadi tiga sub – sistem, yaitu :

1. Instalasi pipa untuk distribusi air bersih

Pada instalasi pipa air bersih (dibidang *Plumbing*) ini kita mengenal yang dinamakan *Plumbing Fixtures* dimana semua alat ini mendapat suplai berupa air bersih dari tangki. Di bawah ini terdapat table yang menerangkan jenis – jenis *Plumbing Fixtures* beserta standar peletakannya.

Tabel

Plumbing Fixtures dan standar peletakannya

Plumbing Fixtures	Standar peletakan (dihitung dari lantai)
Water Closet	0.3 – 0.4 m
Urinal	0.6 – 1 m
Shower	1.6 – 1.8 m
Lavatori Basin	1.2 – 1.4 m
Kitchen Sink	1.2 – 1.4 m
Bath Cup	0.4 – 0.5 m
Keran	0.4 – 0.5 m

Ref : Deputi Urusan Tata Bangunan dan Lingkungan Departement Permukiman dan Prasarana Wilayah.

Semua standar peletakan untuk *Plumbing Fixtures* tersebut tidak mutlak tetapi peletakan tersebut disesuaikan dengan kebutuhan pengguna gedung.

2. Instalasi pipa untuk air buangan

Instalasi ini hanya mengalir air yang telah dipakai dari dapur, air dari *wastafel(Lavatory Basin),* air buangan dari keran serta air buangan dari talang yang kesemuanya itu selanjutnya dialirkan kesaluran lingkungan gedung.

3. Instalasi pipa untuk air kotor

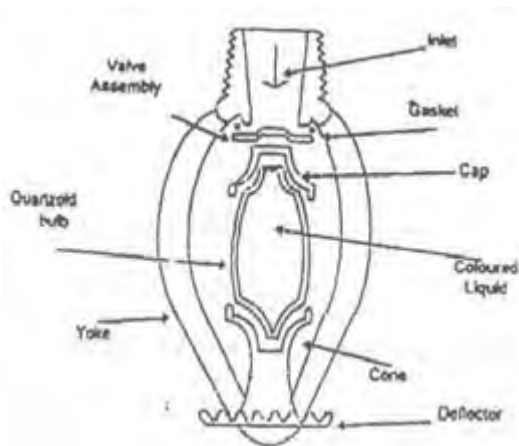
Pada instalasi ini yang tergolong air kotor adalah kotoran, baik yang cair maupun padat yang dibuang melalui *urinal* atau *water closet* yang semua itu umumnya langsung disalurkan ke *septic tank* atau *(Sewege Treatment Plant).*

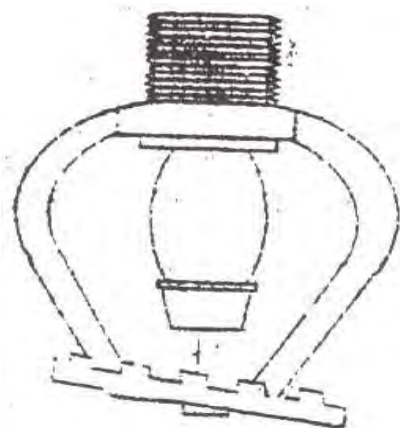
8. 2. 3 Instalasi Pipa untuk *Fire Protection System*

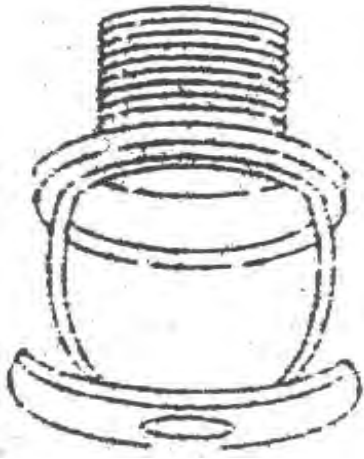
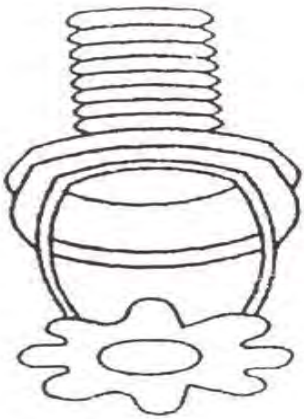
Pada instalsi ini sistem dapat dibagi menjadi beberapa sub – sistem, yaitu :

- *Sprinkler System*

Sistem ini merupakan suatu sistem pencegahan pertama yang sangat baik yang mana pada pemakaiannya dilengkapi dengan *Heat Detector.*

Di bawah ini terdapat beberapa jenis *sprinklerhead* dan *drencher* yang umum digunakan :

Gambar 8.4*Sprinkler Head Tipe Quatzoid Bulb*

Gambar Tipe ini berupa tabung yang terbuat dari kaca special *(special glass)* yang mana digunakan menahan air pada tempatnya. Tabung tersebut berisi cairan kimia berwarna yang mana bila dipanaskan (terkena panas) sampai suhu tertentu maka cairan kimia akan mengembang dan gelas akan tertekan sampai suatu batas tertentu yang akhirnya gelas tersebut akan pecah sehingga katup terbuka dan air akan mengalir menuju *deflector* kemudian air akan menyembur keluar untuk memadamkan api.

Gambar 8.5*Sprinkler Head Tipe Side Wall*

Gambar Jenis ini dirancang untuk digunakan pada sisi samping ruangan atau koridor, sehingga air akan terpancar pada bagian tengah dari ruangan atau koridor. Jenis ini juga banyak digunakan pada terowongan – terowongan.

a. Window Drancher

b. Roof Drancher

Gambar

a) (b) Tipe – tipe Drancher

Gambar (a) Tipe ini digunakan untuk memancarkan air tipe ini biasa dipakai di atas jendela untuk mencegah meluasnya api ke luar dari gedung.

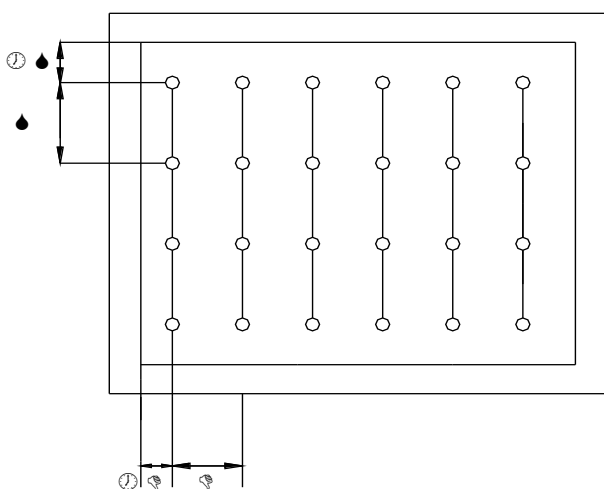
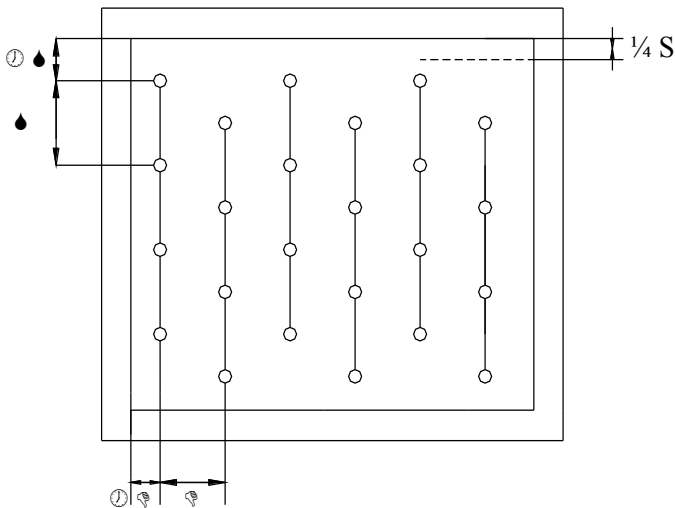
Gambar (b) Tipe ini tidak jauh dengan tipe pada gambar *Gambar 2. 2. 5 (a),* tetapi pada pemasangannya tipe ini pada atap *(rof)* untuk mencegah meluasnya api.

Tabel

Warna Cairan dan Temperatur *Sprinkler*

Rata – rata Temperatur	Warna dari cairan bola
57	Jingga
68	Merah
79	Kuning
93	Hijau
141	Biru
182	Ungu (Mauve)
204 – 260	Hitam

Ref : *“ Panduan Pemasangan Sistem Sprinkler untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Rumah dan Gedung “,* 1987, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Untuk penempatan *sprinkler head,* terdapat 2 jenis sistem pengaturan penempatan, yaitu :

(a) Metode ½ S dan ½ D

(b) Metode $^1/_4$ S dan $^1/_2$ D

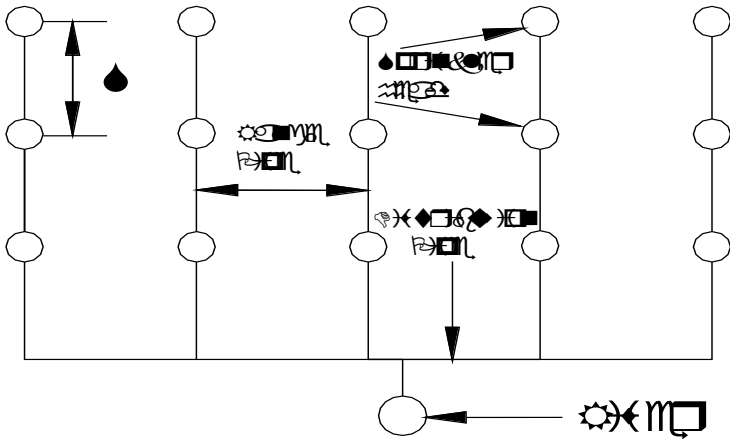
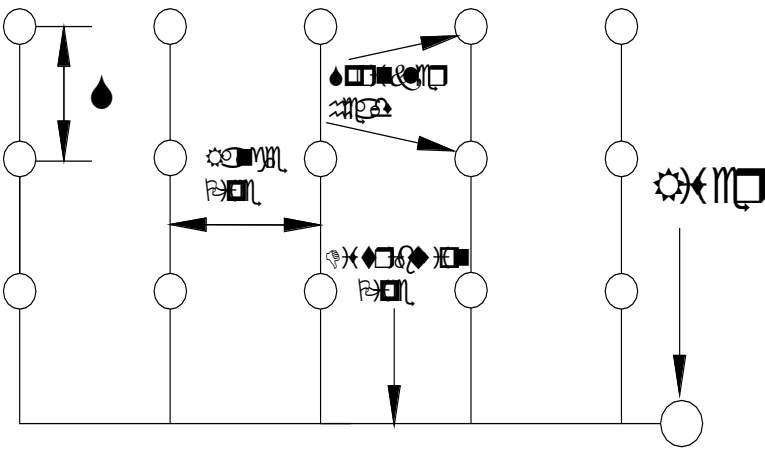
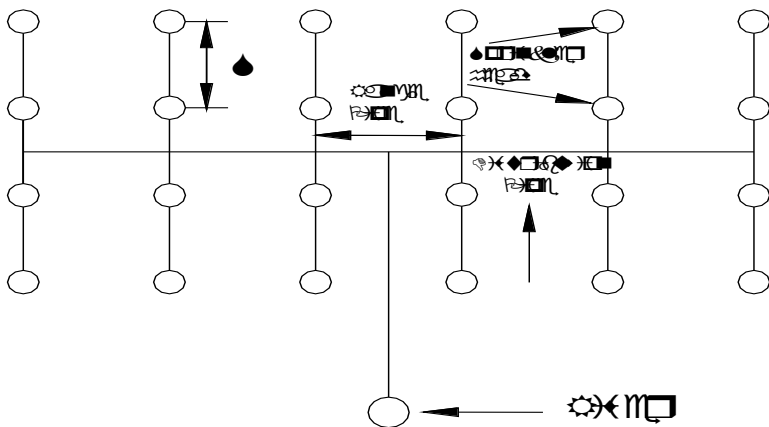
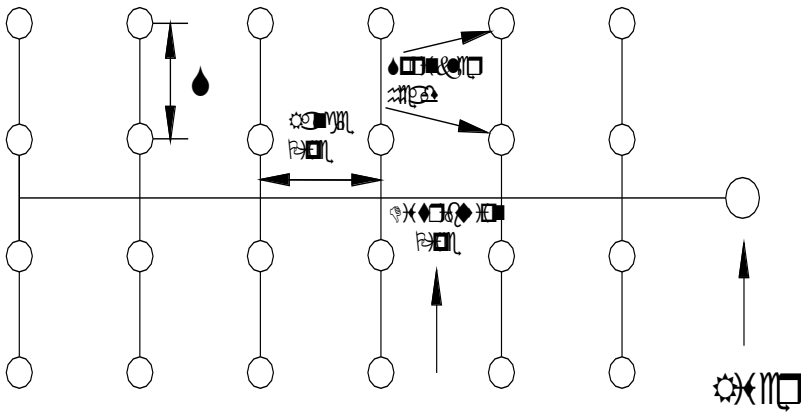
a) (b) Jenis – jenis Pengaturan Penempatan

S = Jarak antara 2 kepala *sprinkler* dan jarak kepala *sprinkler* ke dinding

D = Jarak antara 2 jalur pipa dan jalur pipa kedinding

Dari hasil perkalian antara S dengan D kita dapat menentukan klasifikasi kebakaran sebagai berikut :

- Untuk kebakaran ringan : S x D ≤ 21 m^2
- Untuk kebakaran sedang : S x D = (9 ~ 21) m^2
- Untuk kebakaran ringan : S x D ≤ 9 m^2

Disamping dua jenis penempatan tersebut, terdapat pula beberapa metode distribusi untuk *sprinkler* bila melihat posisi dari pipa distribusi.

(a)End Side With Centre Feed Pipe

(b)End Side With Feed Pipe

(c)End Centre With Centre Feed Pipe

(d)End Centre With End Feed Pipe

Gambar 8.6(a) (b) (c) (d) Metode Distribusi Untuk Sprinkler

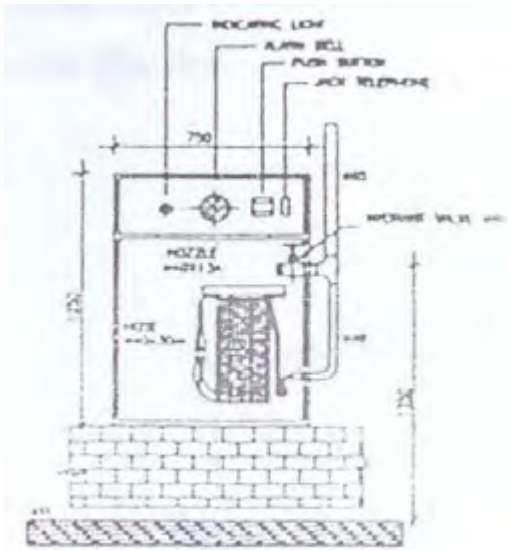
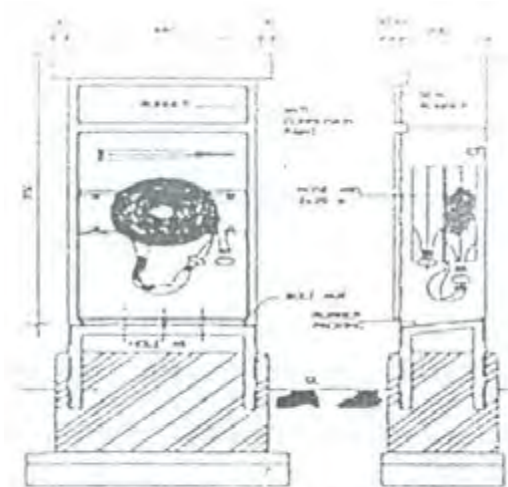
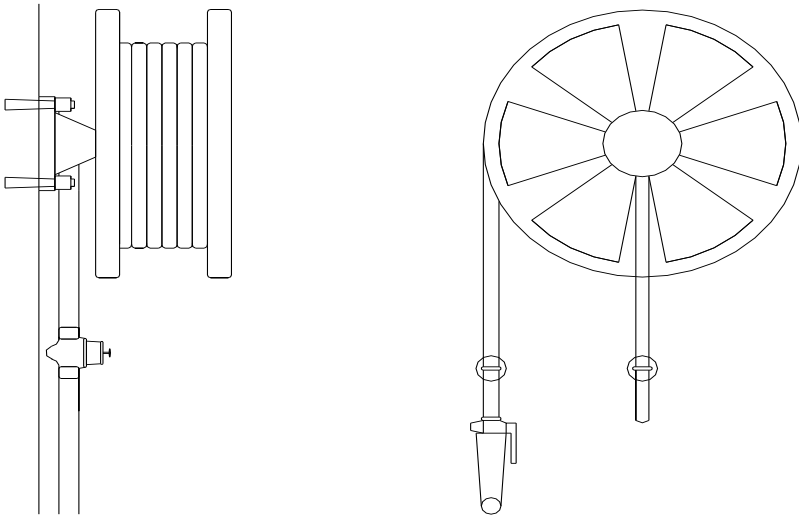
- *Hallon Sprinkler*

Sistem ini pada peletakannya dan instalasinya tidak begitu berbeda jauh dengan *sprinkler system*, hanya saja pada sistem ini fluida yang digunakan berupa gas atau serbuk. Sistem ini biasa digunakan pada ruang perpustakaan, ruang komputer atau ruang kontrol listrik yang mana pada ruangan tersebut tidak memungkinkan menggunakan air.

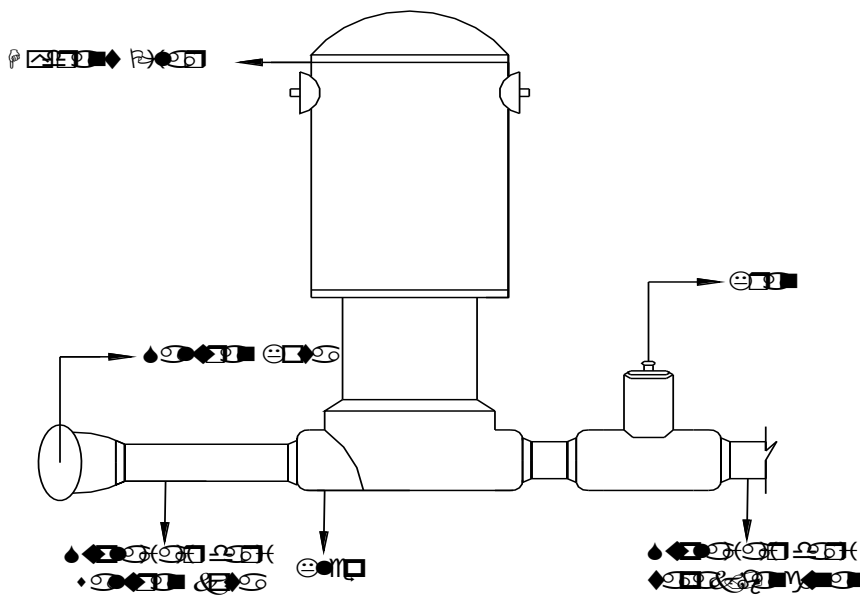
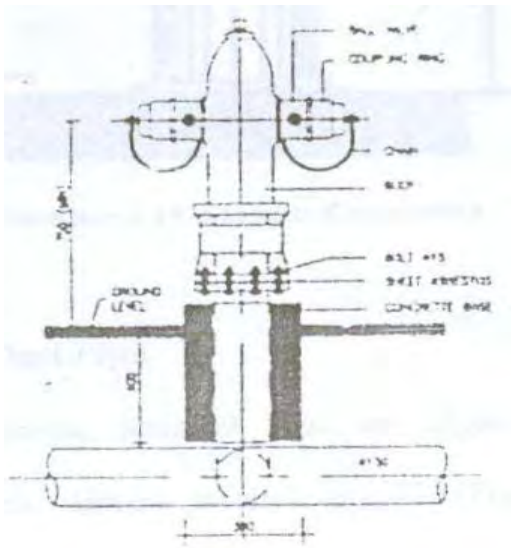
- *Hydrant System*

Pada sistem ini dapat dibagi lagi menjadi tiga bagian :

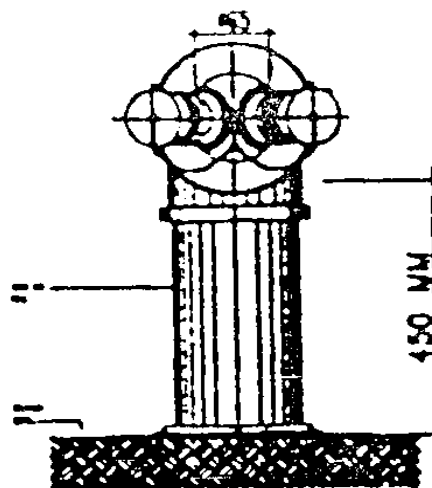
a). *Hydrant Box*

Hydrant Box ini dapat dibagi menjadi dua yaitu berupa *Indoor Hydrant* (terletak di dalam gedung) atau *Outdoor Hydrant* (terletak di luar gedung). Pemasangan *Hydrant Box* ini biasanya disesuaikan dengan kebutuhan dan luas ukuran ruangan serta luas gedung. Tetapi untuk ukuran minimalnya diharuskan pada tiap lantai terdapat minimal satu buah dan begitu pula untuk yang di luar gedung. Untuk pemasangan *Hydrant Box* di dalam ruangan pada bagian atasnya (menempel pada dinding) harus disertai pemasangan alarm bel. Pada *Hydrant Box* terdapat gulungan selang atau lebih dikenal dengan istilah *Hose Reel.*

Gambar 8.7Indoor Hydrant Box

Gambar 8.8Outdoor Hydrant Box

Gambar 8.9*Hose Reel*

b). *Hydrant Pillar*

Alat ini memiliki fungsi untuk menyuplai air dari PAM dan GWR gedung disalurkan ke mobil Pemadam Kebakaran agar Pemadam Kebakaran dapat menyiram air mobil ke gedung yang sedang terbakar. Alat ini diletakan dibagian luar gedung yang jumlahnya serta peletakannya disesuaikan dengan luas gedung.

Gambar 8.10*Suplai Air untuk Hydrant Pillar*

Gambar 8.11*Hydrant Pillar*

c) *Siamese Connection*

Alat ini memiliki fungsi untuk menyuplai air dari mobil Pemadam Kebakaran untuk disalurkan ke dalam sistem instalasi pipa pencegahan dan penanggulangan kebakaran yang terpasang di dalam gedung selanjutnya dipancarkan melalui *sprinkler – sprinkler* dan *hydrant box* di dalam gedung. Alat ini diletakan pada bagian luar gedung yang jumlahnya serta peletakannya disesuaikan dengan luas dan kebutuhan gedung itu sendiri.

Gambar 8.12*Siamese Connection*

Pemasangan Instalasi Pipa

Dalam pelaksanaannya, instalasi pipa ini dipasang bersamaan dengan pemasangan instalasi listrik, dimana instalasi pipa ini diletakan diantara plafond dan plat lantai yang berjarak min 0,4 – 0,5 m dan mak 0,5 – 1 m.

Hal tersebut menjadi alasan untuk memudahkan apabila terjadi kerusakan dan juga untuk memudahkan pelaksanaan perawatan rutin.

Sistem Penyediaan Air

Jaringan Kota

Pada setiap gedung yang direncanakan, sistem penyediaan airnya berasal dari jaringan kota yang kemudian ditampung pada *Ground Tank*. Sambungan pada sistem jaringan kota dapat diterima kembali apabila kapasitas dan tekanannya mencukupi. Kapasitas dan tekanan sistem jaringan kota dapat diketahui dengan mengadakan pengukuran langsung pada jaringan distribusi ditempat penyambungan yang dilaksanakan, dan ukuran pipa distribusi sekurang – kurangnya harus sama dengan pipa tegak yang berfungsi sebagai shaft pipa. Berikut ini adalah ketentuan untuk sistem Pemadam Kebakaran :

a. Sesuai dengan peraturan *NFPA (National Fire Protection Association)* dan Menteri Pekerjaan Umum bahwa untuk setiap lantai yang memiliki *sprinkler* 14 – 45 buah pada gedung dengan jenis kebakaran ringan harus memiliki debit air (Q) sekurang – kurangnya 0,001 m^3/s (untuk satu *Sprinkler Head*).

b. Sesuai dengan keputusan Gubernur DKI Jakarta No. 887 Tahun 1981 tentang Persyaratan dan Standar debit Aliran *Hydrant Box* untuk gedung dengan jenis kebakaran ringan harus memiliki debit aliran (Q) sekurang – kurangnya 0,006 m^3/s (untuk satu *hydrant box* pada tiap lantai).

c. Sesuai dengan keputusan Gubernur DKI Jakarta No. 887 Tahun 1981 tentang Persyaratan dan Standar debit Aliran *Hydrant Box* untuk gedung dengan jenis kebakaran

ringan harus memiliki debit aliran (Q) sekurang – kurangnya 0,019 m^3/s (untuk satu *hydrantpillar* pada satu halaman gedung).

Tangki Gravitasi

Tangki Gravitasi diletakan pada ketinggian tertentu dan direncanakan dengan baik dan dapat diterima sebagai sistem penyediaan air Tangki Gravitasi yang melayani keperluan rumah tangga, *hydrant* kebakaran dan sistem *sprinkler* otomatis harus :

- Direncanakan dan dipasang sedemikian rupa sehingga dapat menyalurkan air dalam kuantitas dan ketentuan yang cukup untuk sistem tersebut.
- Mempunyai lubang aliran keluaran untuk keluaran rumah tangga pada ketinggian tertentu dari dasar tangki, sehingga persediaan minimum untuk memadamkan kebakaran dapat direncanakan.
- Mempunyai lubang aliran keluaran untuk kebakaran pada ketinggian tertentu dari dasar tangki, sehingga persediaan minimum yang diperlukan untuk sistem *sprinkler* otomatis dapat dipertahankan.

Tangki Bertekanan

Tangki bertekanan harus dilengkapi dengan suatu cara yang dibenarkan agar tekanan udara dapat diatur secara otomatis. Sistem tersebut dilengkapi dengan alat tanda bahaya yang memberikan peralatan apabila tekanan atau permukaan tinggi air dalam tangki turun melalui batas yang ditentukan.

Tangki bertekanan harus selalu berisi air $^2/_3$ penuh dan diberi tekanan udara sedikitnya 49 N/cm^2, kecuali ditentukan lain oleh pejabat yang berwenang. Apabila dasar tangki bertekanan terletak sedemikian rupa di bawah sistem *sprinkler* yang tertinggi, maka tekanan udara yang harus diberikan minimum 49 N/cm^2 ditambah 3 X tekanan yang disebabkan oleh berat air pada perpipaan sistem *sprinkler* di atas tangki.

Mobil Pemadam Kebakaran

Apabila disyaratkan harus disediakan sebuah sambungan yang memungkinkan mobil Pemadam Kebakaran memompakan air ke dalam sistem *sprinkler*, ukuran pipa minimum adalah 100 mm. Pipa ukuran 75 mm dapat digunakan apabila dihubungkan dengan pipa tegak dan ditempatkan pada bagian dekat katup balik.

Pada sistem dengan pipa tegak tunggal, sambungan dilakukan pada bagian dekat katup kendali yang dipasang pada pipa tegak, kecuali sambungan untuk mobil Pemadam Kebakaran.

Pengertian Kebakaran

Sejak dahulu api merupakan kebutuhan hidup manusia, dari hal kecil hingga hal besar. Sebagai salah satu contoh, api digunakan untuk memasak atau untuk pemakaian skala besar dalam industri dalam peleburan logam. Tetapi sudah tidak dapat dikendalikan lagi, api menjadi musuh manusia yang merupakan malapetaka dan dapat menimbulkan kerugian baik materi maupun jiwa manusia. Hal tersebut yang biasa disebut kebakaran.

Proses Kebakaran

Kebakaran berawal dari proses reaksi oksidasi antara unsur Oksigen (O_2), Panas dan Material yang mudah terbakar (bahan bakar). Keseimbangan unsur – unsur tersebutlah yang menyebabkan kebakaran. Berikut ini adalah definisi singkat mengenai unsur – unsur tersebut :

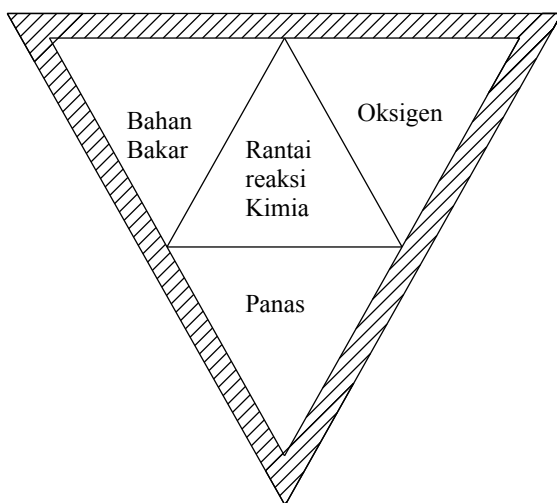
a. Oksigen

Oksigen atau gas O^2 yang terdapat diudara bebas adalah unsur penting dalam pembakaran. Jumlah oksigen sangat menentukan kadar atau keaktifan pembakaran suatu benda. Kadar oksigen yang kurang dari 12 % tidak akan menimbulkan pembakaran.

b. Panas

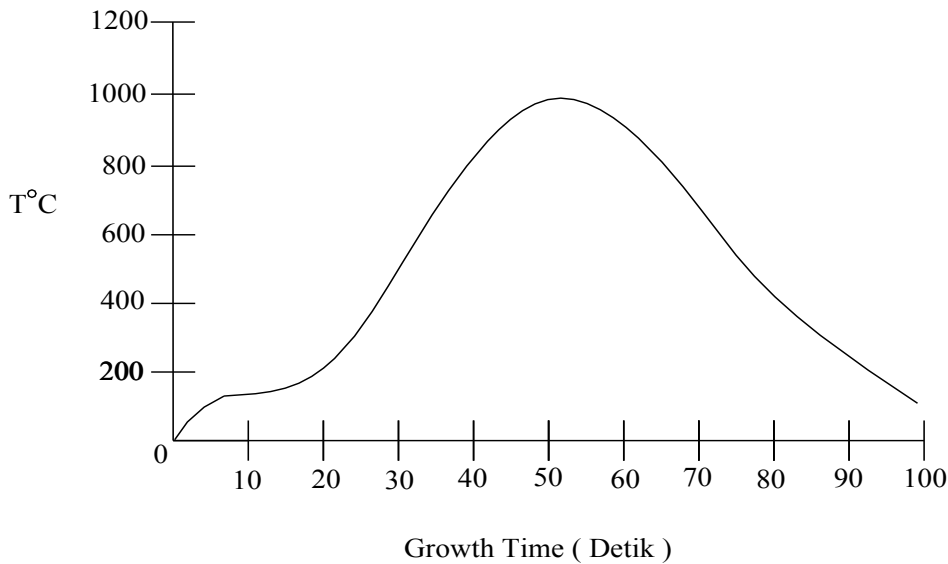
Panas menyebabkan suatu bahan mengalami perubahan suhu / temperatur, sehingga akhirnya mencapai titik nyala dan menjadi terbakar. Sumber – sumber panas tersebut dapat berupa sinar matahari, listrik, pusat energi mekanik, pusat reaksi kimia dan sebagainya.

c. Bahan yang mudah terbakar (Bahan bakar)

Bahan tersebut memiliki titik nyala rendah yang merupakan temperatur terendah suatu bahan untuk dapat berubah menjadi uap dan akan menyala bila tersentuh api. Bahan makin mudah terbakar bila memiliki titik nyala yang makin rendah. Dari ketiga unsur – unsur di atas dapat digambarkan pada segitiga api.

Gambar 8.13Tetrahedron Api

Proses kebakaran berlangsung melalui beberapa tahapan, yang masing – masing tahapan terjadi peningkatan suhu, yaitu perkembangan dari suatu rendah kemudian meningkat hingga mencapai puncaknya dan pada akhirnya berangsur – angsur menurun sampai saat bahan yang terbakar tersebut habis dan api menjadi mati atau padam. Pada umumnya kebakaran melalui dua tahapan, yaitu :

a. Tahap Pertumbuhan (Growth Period)
b. Tahap Pembakaran (Steady Combustion)

Tahap tersebut dapat dilihat pada kurva suhu api di bawah ini.

Gambar 8.14*Kurva Suhu Api*

Pada suatu peristiwa kebakaran, terjadi perjalanan yang arahnya dipengaruhi oleh lidah api dan materi yang menjalarkan panas. Sifat penjalarannya biasanya kearah vertikal sampai batas tertentu yang tidak memungkinkan lagi penjalarannya, maka akan menjalar kearah horizontal. Karena sifat itu, maka kebakaran pada gedung – gedung bertingkat tinggi, api menjalar ketingkat yang lebih tinggi dari asal api tersebut.

Saat yang paling mudah dalam memadamkan api adalah pada tahap pertumbuhan. Bila sudah mencapai tahap pembakaran, api akan sulit dipadamkan atau dikendalikan.

Tabel

Laju Pertumbuhan Kebakaran

Klasifikasi Pertumbuhan	**Waktu Pertumbuhan / Growth Time (detik)**
Tumbuh Lambat (Slow Growth)	> 300
Tumbuh Sedang (Moderete Growth)	150 – 300
Tumbuh Cepat (Fast Growth)	80 – 150
Tumbuh Sangat Cepat (Very Fast Growth)	< 80

Ref :" Teori Dasar Penanggulangan Bahaya Kebakaran ", 2006 , Dinas Pemadam Kebakaran , Jakarta.

Klasifikasi Kebakaran

Klasifikasi Kebakaran, Material dan Media Pemadam Kebakaran di Indonesia dapat dilihat dari tabel di bawah ini.

Tabel 8. 5. 2 Klasifikasi Kebakaran

RESIKO	**MATERIAL**	**ALAT PEMADAM**
Class A	Kayu, kertas, kain	Dry Chemichal Multiporse dan ABC soda acid
Class B	Bensin, Minyak tanah,	Dry Chemichal foam (serbuk bubuk),

	varnish	BCF (Bromoclorodiflour Methane), CO_2, dan gas Hallon
Class C	Bahan – bahan seperti asetelin, methane, propane dan gas alam	Dry Chemichal, CO_2, gas Hallon dan BCF
Class D	Uranium, magnesium dan titanium	Metal x, metal guard, dry sand dan bubuk pryme

Ref :" Teori Dasar Penanggulangan Bahaya Kebakaran ", 2006 , Dinas Pemadam Kebakaran , Jakarta.

Dari keempat jenis kebakaran tersebut yang jarang ditemui adalah kelas D, biasanya untuk kelas A, B dan C alat pemadamnya dapat digunakan dalam satu tabunng / alat, kecuali bila diperlukan jenis khusus.

Penyebab Kebakaran

Berikut ini adalah penyebab kebakaran :

1. ***Manusia***, kesalahan manusia dapat berupa kurang hati – hati dalam menggunakan alat yang dapat menimbulkan api atau kurangnya pengertian tentang bahaya kebakaran. Sebagai salah satu contoh merokok atau memasak.
2. ***Alat,*** disebabkan karena kualitas alat yang rendah, cara penggunaan yang salah, pemasangan instalasi yang kurang memenuhi syarat. Sebagai contoh : pemakaian daya listrik yang berlebihan atau kebocoran.
3. ***Alam,*** sebagai contoh adalah panasnya matahari yang amat kuat dan terus menerus memancarkan panasnya sehingga dapat menimbulkan kebakaran.
4. ***Penyalaan sendiri,*** sebagai contoh adalah kebakaran gudang kimia akibat reaksi kimia yang disebabkan oleh kebocoran atau hubungan pendek listrik.
5. ***Kebakaran disengaja,*** seperti huru – hara, sabotase dan untuk mendapatkan asuransi ganti rugi.

Penggolongan penyebab kebakaran dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 8. 5. 3 Penyebab Kebakaran

Alam	**Kemajuan Teknologi**	**Perkembangan Penduduk**
Matahari Gempa bumi Petir Gunug merapi	Listrik Biologis Kimia	Ulah manusia : – sengaja – tidak sengaja – awam (ketidakpahaman)

Ref :“ Teori Dasar Penanggulangan Bahaya Kebakaran “, 2003 , Dinas Pemadam Kebakaran , Jakarta.

Penyebab kebakaran dapat dilihat secara mendalam dari beberapa faktor berikut di bawah ini :

a. <u>Faktor Non Fisik</u>

- Lemahnya peraturan perundang – undangan yang ada, serta kurangnya pengawasan terhadap pelaksanaannya (Perda No. 3 Tahun 1992).
- Adanya kepentingan yang berbeda antar berbagai instansi yang berkaitan dengan usaha – usaha pencegahan dan penanggulangan terhadap bahaya kebakaran.
- Kondisi masyarakat yang kurang mematuhi peraturan perundang – undangan yang berlaku sebagai usaha pencegahan terhadap bahaya kebakaran.
- Lemahnya usaha pencegahan terhadap bahaya kebakaran pada bangunan yang dikaitkan dengan faktor ekonomi, dimana pemilik bangunan terlalu mengejar keuntungan dengan cara melanggar peraturan yang berlaku.

- Dana yang cukup besar untuk menanggulangi bahaya kebakaran pada bangunan terutama bangunan tinggi.

b. Faktor Fisik

- Keterbatasan jumlah personil dan unit pemadam kebakaran serta peralatan.
- Kondisi gedung, terutama gedung tinggi yang tidak teratur.
- Kondisi lalu lintas yang tidak menunjang pelayanan penanggulangan bahaya kebakaran.

Pola Meluasnya Kebakaran

Dari segi cara api meluas dan menyala, yang menentukan ialah meluasnya kebakaran. Bedanya antara kebakaran besar dan kebakaran kecil sebetulnya hanya terletak pada cara meluasnya api tersebut.

Perhitungan secara kuantitatif tentang cara meluasnya kebakaran sukar untuk ditentukan. Tetapi berdasarkan penyelidikan – penyelidikan, kiranya dapat diperkirakan pola cara meluasnya kebakaran itu sebagai berikut :

a. **Konveksi *(Convection)*** atau perpindahan panas karena pengaruh aliran, disebabkan karena molekul tinggi mengalir ke tempat yang bertemperatur lebih rendah dan menyerahkan panasnya pada molekul yang bertemperatur lebih rendah.

» Panas dan gas akan bergerak dengan cepat ke atas (langit – langit atau bagian dinding sebelah atas yang menambah terjadinya sumber nyala yang baru).

» Panas dan gas akan bergerak dengan cepat melalui dan mencari lubang – lubang vertikal seperti cerobong, pipa – pipa, ruang tangga lubang lift, dsb.

» Bila jalan arah vertikal terkekang, api akan menjalar kearah horizontal melalui ruang bebas, ruang langit – langit, saluran pipa atau lubang – lubang lain di dinding.

» Udara panas yang mengembang, dapat mengakibatkan tekanan kepada pintu, jendela atau bahan – bahan yang kurang kuat dan mencari lubang lainnya untuk ditembus.

Gambar 7. 5. 3 Penjalaran Kebakaran secara Konveksi

b. **Konduksi *(Conduction)***atau perpindahan panas karena pengaruh sentuhan langsung dari bagian temperatur tinggi ke temperatur rendah di dalam suatu medium.

» Panas akan disalurkan melalui pipa – pipa besi, saluran atau melalui unsur kontruksi lainnya diseluruh bangunan.

» Karena sifatnya meluas, maka perluasan tersebut dapat mengakibatkan keretakan di dalam kontruksi yang akan memberikan peluang baru untuk penjalaran kebakaran.

Gambar 8.15*Penjalaran Kebakaran secara Konduksi*

c. **Radiasi *(Radiation)*** atau perpindahan panas yang bertemperatur tinggi kebenda yang bertemperatur rendah bila benda dipisahkan dalam ruang karena pancaran sinar dan gelombang elektromagnetik. Permukaan suatu bangunan tidak mustahil terbuat dari bahan – bahan bangunan yang bila terkena panas akan menimbulkan api.

» Karena udara itu mengembang ke atas, maka langit – langit dan dinding bagian atas akan terkena panas terlebih dahulu dan paling kritis. Bahan bangunan yang digunakan untuk itu sebaiknya ialah yang angka penigkatan perluasan apinya *(fleme-spread ratings)* rendah.

» Nyala mendadak *(flash-over)* yang disebabkan oleh permukaan dan sifat bahan bangunan yang sangat mudah termakan api, adalah gejala yang umum di dalam suatu kebakaran. Kalau suhu meningkat sampai ± 425^0 C atau gas – gas yang sudah kehausan zat asam tiba – tiba dapat tambahan zat asam, maka akan menjadi nyala api yang mendadak, dan membesarnya bukan saja secara setempat tetapi meliputi beberapa tempat.

» Sama halnya dengan cerobong sebagai penyalur ke luar dari gas – gas panas yang mengakibatkan adanya bagian kosong udara di dalam ruangan (yang berarti pula menarik zat asam), semua bagian – bagian yang sempit atau lorong – lorong vertikal di dalam bangunan bersifat sebagai cerobong, dan dapat memperbesar nyala api, terutama kalau ada kesempatan zat asam membantu pula perluasan api tersebut.

Gambar 8.16*Penjalaran Kebakaran secara Radiasi*

Penanggulangan Kebakaran

Karena kebakaran adalah suatu malapetaka, maka perlu diperhatikan penaggulangannya, yaitu segala upaya yang dilakukan untuk menyelamatkan dan memadamkan api serta memperkecil kerugian akibat kebakaran. Penanggulangan dapat dilakukan sebelum, pada saat dan sudah terjadi kebakaran. Usaha – usaha yang dilakukan yaitu :

Usaha Pencegahan

Pencegahan dalam hal ini adalah suatu usaha secara bersama untuk menghindari kebakaran dalam arti meniadakan kemungkinan terjadinya kebakaran. Usaha ini pada mulanya dilakukan oleh pihak yang berwenang dan menuntut peran serta dari masyarakat. Sedangkan usaha – usaha yang dilakukan Pemerintah adalah :

a. Mengadakan dan menjalankan undang – undang / peraturan daerah seperti :

   - Undang – undang gangguan yang mengatur segala sesuatu yang berhubungan dengan tempat tinggal atau tempat mendirikan bangunan.

   - Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No. 02/KPTS/1985 tentang ketentuan pencegahan dan penanggulangan bahaya kebakaran pada gedung bertingkat.

   - Peraturan Daerah Khusus Ibukota Jakarta No. 3 tahun 1992 tentang ketentuan penanggulangan bahaya kebakaran dalam wilayah DKI Jakarta.

b. Mengadakan perbaikan kampung yang meliputi sarana sarana fisik berupa pembuatan jaringan jalan dan sarana sanitasi, serta meningkatkan kesejahteraan sosial penduduk.
c. Mengadakan penyuluhan kepada masyarakat yang berkaitan dengan masalah kebakaran, perlu ditekankan bahwa undang – undang / peraturan daerah yang ada serta penyuluhan – penyuluhan yang diadakan sama sekali tidak berguna bila tidak dijalankan dengan baik.

Cara Pemadaman

Dari pengertian tentang penyebab kebakaran maka dapat ditemukan sistem pemadaman api, yaitu :

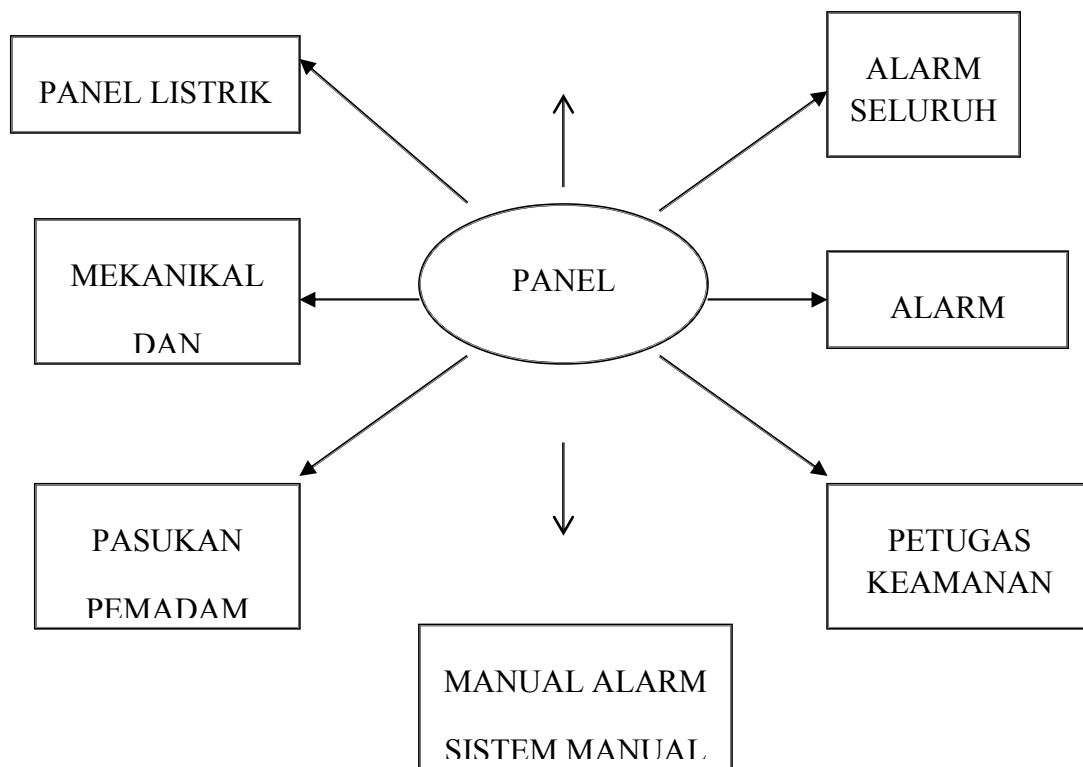
a. **Cara penguraian**, adalah sistem pemadaman dengan cara memisahakan / menjauhkan benda – benda yang dapat terbakar. Contohnya, bila terjadi kebakaran dalam gudang tekstil, yang terdekat dengan sumber api harus segera dibongkar / dimatikan.
b. **Cara pendinginan,** adalah sistem pemadaman dengan cara menurunkan panas. Contoh, penyemprotan air (bahan pokok pemadam) pada benda yang terbakar.
c. **Cara isolasi,** adalah sistem pemadaman dengan cara mengurangi kadar O_2 pada lokasi sekitar benda- benda terbakar. Sistem ini disebut juga dengan sistem lokalisasi, yaitu dengan

membatasi / menutupi benda – benda yang terbakar agar tidak bereaksi dengan O_2, contohnya :

- Menutup benda – benda yang terbakar dengan karung yang dibasahi air, misalnya pada kebakaran yang bermula dari kompor.
- Menimbun benda – benda yang terbakar dengan pasir atau tanah.
- Menyemprotkan bahan kimia yaitu dengan alat pemadam jenis CO_2

Pemilihan dan Penempatan Alat Pemadam

Untuk menunjang bekerjanya alat, diperlukan suatu sistem koordinasi melalui suatu panel kontrol atau tidak melalui suatu panel kontrol, seperti *hydrant.* Di bawah ini akan digambarkan diagram sistem kerja perlengkapan kebakaran yang bekerja secara elektrik dan dikontrol oleh petugas panel.

PERLENGKAPAN KEBAKARAN

Gambar 8.17Diagaram Sistem Kerja Perlengkapan Kebakaran

Pemeriksaan dan Pengujian Instalasi Pemadam Kebakaran

Pemeriksaan Sistem Pemadam Kebakaran

Pada tahapan ini ada 2 macam pemeriksaan yang perlu dilakukan, yaitu :

a. Pemeriksaan Sebagian – sebagian

   Pemeriksaan ini perlu dilakukan sebelum sesuatu bagian dari sistem pemadam kebakaran ditanam dalam tanah atau sebelum diletakan diantara plafond dengan plat lantai. Kesemua ini harus dilakukan disaat proses pembangunan agar pemeriksaan dapat dilakukan lebih baik.

b. Pemeriksaan Keseluruhan

Pemeriksaan ini dilaksanakan apabila seluruh sistem telah terpasang dan gedung telah mencapai penyelesaian sebesar 75 % dari rencana keseluruhan.

Pengujian Sistem Pemadam Kebakaran

Pengujian umumnya dilakukan atas masing – masing jenis alat dan fungsi dari seluruh sistem setelah selesai pemasangan.

a. Pengujian Tekanan

   Pada pengujian tekanan ini perlu diketahui apakah pengujian sampai kesemua bagian dari sistem instalasi pipa pemadam kebakaran tersebut.

   Cara pelaksanaannya yaitu dengan : menjalankan pompa penguji untuk menghantarkan tekanan air kesemua pipa cabang dan membuka semua katup untuk sementara agar dapat diketahui apakah tekanan air yang masuk pada tiap – tiap pipa cabang sesuai dengan yang diinginkan dan selama pengujian berlangsung tidak boleh terjadi perubahan / penurunan tekanan.

b. Pengujian Tangki

   Setelah selesai dibangun atau dipasang, tangki harus dibersihkan secara baik dan kemudian diisi dengan air untuk memeriksa adanya kebocoran, dan pada pengujian ini tangki harus tidak menunjukan gejala – gejala adanya kebocoran sekurang – kurangnya selama 24 jam.

c. Pengujian Pipa dan Aliran

   Pada pengujian ini aliran harus benar – benar lancar sehingga debit aliran masuk mendekati / sama dengan debit aliran keluar. Jika hal tersebut tidak terpenuhi maka sistem instalasi harus diperiksa ulang untuk menjamin bahwa sistem yang dipasang dapat berfungsi dengan baik.

d. Pengujian Sistem *Automatisasi Sprinkler*

Cara ini dapat dilakukan hanya pada bagian dari beberapa *sprinkler*, yaitu dengan cara memanaskan *sprinkler head*, pada temperatur tertentu tabung kaca *sprinkler head* akan pecah dan katup akan terbuka sehingga air akan terpancar keluar melalui lubang – lubang *sprinkler head.*

e. Pengujian Katup

Pengujian katup secara khusus dilaksanakan, walaupun pengujian pada katup sudah tercakup pada pengujian aliran pada pipa.

C.DRAINASE

DrainaseAirhujandanSumurResapan

Penangananyangpalingbaikuntukairhujan adalah membiarkannya meresap kedalamtanah.Apabila hal tersebuttidakdimungkinkan, maka dapatmenggunakansumurresapanataumembuatsaluranke saluran kota. Pada saluran, sedapat mungkin harus dipisahkankemungkinan percampuranairhujandengan airkotor(sistimganda).Hal ini perlu diperhatikan terutama untuk kawasan dengan curah hujan yang tinggi, dimanaapabilaterjadihujan deras,maka saluran pembuangan airkotortidak akan terganggu. Penggabungan antara saluran air hujan dan air kotor disebut dengansistimpengurasan.

Sumursrsapan dibuat pada lokasi sedekatmungkin air hujan tersebutturun. Ukurannyatergantungpadadayaresaptenah dan jumlah air yang ingin kita resapkan. Untuk rumah tinggal biasanya dengan kedalaman 3m dan diameter 80-100cm.

DrainaseAirKotor

Yangtermasukdalamairkotoradalah air limbah kotoranmanusia,air kotor daridapur,kamarmandidantempatcuci.Salurannya harus berupa saluran tertutup

Pemipaan

Pemipaan,baikuntuksaluranairhujan atau air kotordapatberupa saluran beton,keramik/tembikar,besicor,baja,plastik/PVC,asbesdan timah.Pipa saluran harus dibangun sependek mungkin. Sambungan dengan pipa salurandarisampingsebaiknyamenggunakansudut45^{O} denganarahpipa saluranutama.Sambungan dengan salurankota,selain dibuat45^{O}, juga dibuat menurun (lebihtinggi).

Sambungan pipa merupakan bagian utama dari saluran drainase. Sambunganharus benar-benar tahan/kedap air. Dikelompokkan berdasarkan bahannya, maka penyambungan saluran yang baik adalah:

1. Salurandengan pipa bahan keramik,pada bagian sambungannya diberikan lapisan tali goni, siresapi dengan ter dan ditumbuk. Kemudiandilapisi dengan semenportland.
2. Sambunganpadapipabeton,padabagiansambungannyabiasanya bersponing. Sambungannya digunakan adukansemen portland.
3. sambunganpipaplastik/PVCataulogambiasanyatelahdisediakan petunjukpenyambungan dan bahan sambungan yang digunakan dari pabrik yang membuat.

Bak Kontrol

Dapatdibuatsebanyakmungkin,terutamapada bagian persilangan atau belokandansaluran yang cukup panjang.Jarakminimal bak kontrol untuk saluran lurus adlah minimal 15m. Kedalamannya sampai dengan 1m, dengan garis tengah 60-80cm.

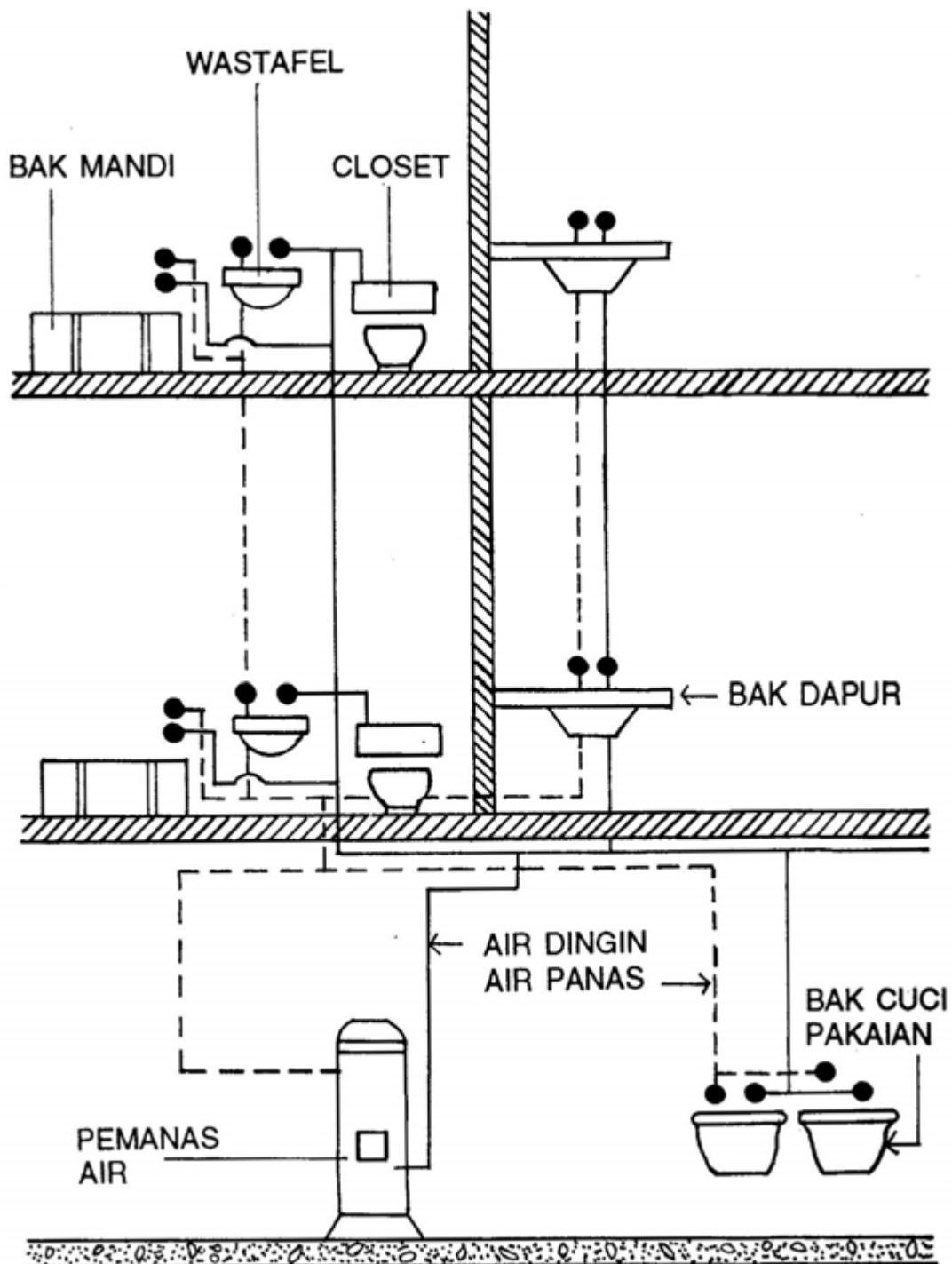
KamarMandidanDapur

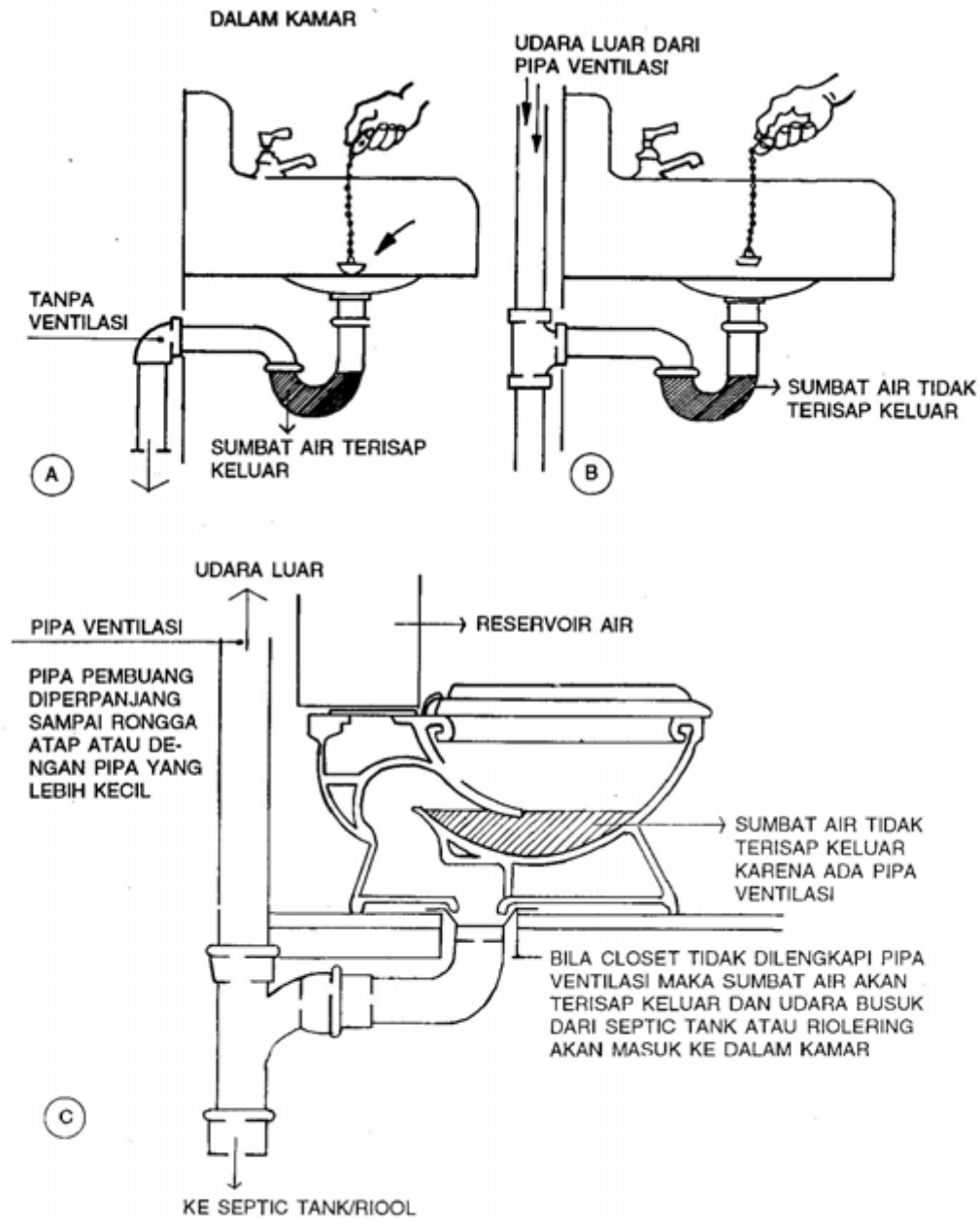
Gambar 8.18 Pemasangan Bath tub

Gambar 8.19 Pemasangan bak cuci piring

Instalasi Pada PlafonddanLantai

Gambar 8.20Pipavertikalantarlantai(atas),Instalasidiatasplafond(tengah)danpipaairkotordi bawahlantai(bawah)

Pemipaan/plumbing instalasi air dalam rumah tinggal

Gambar 8.21Pemipaan/plumbing instalasi air dalam rumah tinggal

Perlengkapan sanitasi

Gambar 8.22 Perlengkapan sanitasi

BAB 10 PENUTUP

Setelah menyelesaikan modul ini, maka Anda berhak untuk mengikuti tes praktik sebagai uji kompetensi yang telah dipelajari. Apabila Anda dinyatakan memenuhi syarat kelulusan dari hasil evalusi dalam modul ini, maka Anda berhak untuk melanjutkan ke topik/modul berikutnya. Mintalah pada pengajar/instruktur untuk melakukan uji kompetensi dengan sistem penilaiannya dilakukan langsung apabila Anda telah menyelesaikan suatu kompetensi tertentu. Apabila Anda telah menyelesaikan seluruh evaluasi dari setiap modul, maka hasil yang berupa nilai dari instruktur atau berupa porto folio dapat dijadikan sebagai bahan verifikasi. Hasil portofolio tersebut dapat dijadikan sebagai penentu standard pemenuhan kompetensi tertentu dan bila memenuhi syarat Anda berhak mendapatkan sertifikat kompetensi.

DAFTAR PUSTAKA

C. Leslie Martin, *Architectural Graphics (Second Edition),* Macmillan Publishing Co. Inc. New York. 1970.

-Djoko Darmawan, Ir, MT.*Teknik Rendering Rendering dengan AutoCAD 2004*. PT Alex Media Komputindo. Jakarta. 2005.

E. Jackson, M.Soll H, *Advanced Kevek Technical Drawing (Metric Edition)*. Longman Group Ltd. London. 1971

Fajar Hadi, Ir. M.Nasroen Rivai, Ir. *Ilmu Teknik Kesehatan 2*. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan. Jakarta. 1980.

Handi Chandra, Belajar *Sendiri Menggambar 3 D dengan AutoCAD 2000*, PT Alex Media Komputindo, Jakarta, 2000.

Handi Chandra. Interior *Ruang Keluarga dengan AsutoCAD & 3 ds max*. Maksikom. Palembang. 2006.

Hari Aria Soma, Ir, *Mahir Menggunakan AutoCAD Release* 14, PT. Alex Media Komputindo, Jakarta, 1999.

Jubilee Enterprise. *Desain Denah Rumah dengan AutoCAD 2007*. PT Alex Media Komputindo. Jakarta. 2007

Pr. Soedibyo, Soeratman, drs. *Ilmu Bangunan Gedung 3*. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan. Jakarta. 1980.

Ronald Green. *Pedoman Arsitek Dalam Menjalankan Tugas*. Intermatra. Bandung. 1984

Soegihardjo BAE, *Gambar-gambar Ilmu Bangunan*, Yogyakarta

Soeparno. *Gambar Teknik*. PPPG Teknologi Bandung. 2005.

Soeparno. Kusmana. *AutoCAD Dasar*. PPPG Teknologi Bandung. 2006

Soeparno. Kusmana. *AutoCAD Lanjut*. PPPG Teknologi. Bandung. 2006

Soeratman, Soekarto. *Menggambar Teknik Bangunan 1*. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan. Jakarta. 1980

Soeratman, Pr Sudibyo. Petunjuk Praktek Bangunan Gedung 2. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan. Jakarta. 1982

Suparno Sastra M. *AutoCAD 2006 Untuk Pemodelan dan Desain Arsitektur*. PT Alex Media Komputindo. Jakarta. 2006

Sulanjohadi. *Gambar Konstruksi Perspektif*. Widjaya. Jakarta. 1984.

Sumadi, *Konstruksi bangunan Gedung*. ITB. Bandung

Timbul Purwoko, Bedjo. Petunjuk Praktek Batu dan Beton. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan. Jakarta. 1980.

Yan Sudianto. *Dasar-dasar Arsitektur 1*. M2S. Bandung. 1985

Yap Wie, Ir, *Memahami AutoCAD*, Andi Offset, Yogyakarta, 1994.

Zulkifli, Ir, Sutrisno, Ir. *Fisika*. Pustaka Ganesha. Bandung. 1994

Z.S. Makowski. *Konstruksi Ruang Baja*. ITB. Bandung. 1988.

………… *Panduan Praktis Menggambar Bangunan Gedung dengan AutoCAD 2002*, Andi Offset Yogyakarta dan Wahana Komputer Semarang, 2003

…………. *Membuat Desain Animasi 3D dengan AutoCAD 2005 dan 3D Studio Max 6*, Andi dan Madcoms, Yogyakarta, 2004

.... *Ringkasan Ilmu Bangunan bagian B*. Erlangga. Jakarta. 1983

DAFTAR ISTILAH/ GLOSARI

Istilah	Penjelasan	Halaman
Aantrade	Tempat berpijaknya kaki pada anak tangga	
Arc	Membuat busur	
Array	Menggandakan obyek menjadi beberapa buah dalam bentuk mendatar atau melingkar	
Break	Memotong atau memutus garis	
Circle	Membuat lingkaran	
Copy	Menggandakan garis, benda sesuai dengan keinginan tetapi benda aslinya masih ada	
Champer	Memotong pada sudut pertemuan	
Color	Membuat warna	
Dist	Mencari panjang garis dari titk satu ke titik lain	
Dimension	Menentukan setting ukuran dan jarak obyek	
Divide	Membagi garis menjadi beberapa bagian sama	
Ellips	Membuat gambar bentuk ellips	
	Menghapus garis atau obyek	

<table>
<tr>
<td>Erase
Explode

Extend
Fillet

Layer

Limits

Line
Line Type
Mirror

Move

Offset
Optrade
Osnap

Polyline
Properties</td>
<td>Untuk memecahkan garis yang satu entiti
(kesatuan) menjadi beberapa garis
Memperpanjang garis sampai batas tertentu
Membuat garis yang menyudut menjadi siku atau melengkung tergantung radius
Membuat layar sesuai dengan warna dan tebal garis
Menentukan besaran ruang untuk tampilan
Gambar
Membuat garis lurus
Membuat jenis garis, strip-strip, strip titik
Mencerminkan obyek sehingga sama dan
sebangun
Memindahkan garis, benda sesuai dengan keinginan tetapi benda aslinya ikut pindah
Membuat garis sejajar
Ketinggian tingkat pada anak tangga
Menetapkan ketepatan garis hubung End Point, Mid Point, Centre, Quadrant, dll.
Membuat garis menjadi satu kesatuan
Identifikasi garis, warna, jenis garis dan skala, tinggi huruf untuk mengatur perubahan
Memutar benda</td>
<td></td>
</tr>
</table>

Rotate Solid Text Toolbar Trim Undo Zoom	Membuat benda menjadi blok penuh panjang Membuat huruf Menampilan icon perintah gambar Memotong garis Mengulang kembali hasil gambar semula Membesarkan dan mengecilkan obyek	